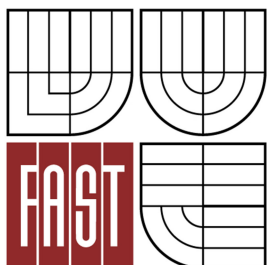




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

NÁVRH VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO SRUBOVÉHO DOMU

DESIGN OF LOG HOUSE HEATING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. EDUARD BLAŽEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LENKA MAUREROVÁ

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	<i>Bc. Eduard Blažek</i>
Název	<i>Návrh vytápění rodinného srubového domu</i>
Vedoucí diplomové práce	Ing. Lenka Maurerová
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

- Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady
- Cíl práce, zvolené metody řešení
- Aktuální technická řešení v praxi
- Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)
- Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)
- Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

- Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva
- Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově
- Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Technické řešení vybrané varianty

- Technické realizační řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
Ing. Lenka Maurerová
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem vytápění rodinného srubového domu. Obsahuje teoretický rozbor zateplování a tepelného chování srubového domu. Součástí práce je experiment na navrhované termocentrále, která se stará o provoz a řízení celého vytápění v domě s možností ovládání přes internet. Poznatky byly praktikovány na návrhu vytápění prostřednictvím termocentrály se zdrojem tepla na dřevo, akumulární nádrží a přípravou teplé vody.

Klíčová slova

Vytápění, termocentrála, srub, akumulární nádrž, ovládání přes internet

Abstract

The thesis proposes heating the family log house. It contains a theoretical analysis of thermal insulation and thermal behavior of log house. The work on the proposed experiment termocentral box, who cares about the operation and management of the heating in the house with the possibility of control over the internet. The findings were practiced in the design of heating through termocentral box the heat source for wood, storage tank and preparation hot water.

Keywords

Heating, termocentral box, log house, storage tank, control over the internet.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Eduard Blažek *Návrh vytápění rodinného srubového domu*. Brno, 2014. 86 s., 11 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lenka Maurerová

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Eduard Blažek

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 16.1.2015

.....
*podpis autora
Bc. Eduard Blažek*

Poděkování

Děkuji vedoucí mé diplomové práce, Ing. Lence Maurerové za odborné vedení a vstřícný přístup. Děkuji kolegům z práce za odbornou spolupráci a také děkuji rodičům za podporu při studiiích.

V Brně dne 16. ledna 2015

OBSAH

1	A. Analýza tématu, cíle a metody řešení	11
1.1	Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady.....	11
1.1.1	Dřevěné domy	13
1.1.2	Vlastnosti dřevěného domu.....	13
1.1.3	Vytápíme vzduch, ne stěny	14
1.1.4	Dřevo pracuje s vlhkostí.....	14
1.1.5	Požární odolnost.....	15
1.1.6	Konstrukce roubeného domu	15
1.1.7	Přírodní izolace z ovčí vlny	16
1.1.8	Ovčí vlna.....	16
1.1.9	Ochrana proti molům	17
1.1.10	Výroba izolace z ovčí vlny.....	18
1.1.11	Vlastnosti izolace z ovčí vlny.....	18
1.1.12	Výrobky z ovčí vlny	20
1.1.13	Srubařské tmely pro spárování srubů a roubenek.....	20
1.1.14	Normové a legislativní podklady.....	22
1.2	Cíl práce, zvolené metody řešení	23
1.3	Aktuální technická řešení v praxi.....	24
1.4	Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů).....	27
1.5	Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky).....	30
1.6	Řešení využívající výpočetní techniku a modelování.....	38
2	B. Aplikace tématu na zadané budově – koncepční řešení	44
2.1	Varianta 1: Použití termocentrály Flexira.....	44

2.1.1	Stručná technická zpráva.....	49
2.2	Varianta 2: Použití klasických komponentů	52
2.2.1	Stručná technická zpráva.....	54
2.3	Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT)	56
2.4	Hodnocení navržených variant.....	57
3	C. Technické řešení vybrané varianty	58
3.1	Technická zpráva.....	58
3.2	Výpočet tepelného výkonu	71
3.3	Výpočet podlahového vytápění	72
3.4	Výpis otopných těles	73
3.5	Výpočet potřeby energie a paliva pro vytápění.....	74
3.5.1	Vytápění elektrickou energií.....	74
3.5.2	Vytápění dřevem.....	75
3.6	Výpočet potřeby teplé vody.....	76
3.7	Výpočet tlakové expanzní nádoby.....	77
3.8	Výpočet pojistného ventilu:.....	78
3.9	Porovnání ročních nákladů na energie.....	80
4	Závěr.....	82
5	Seznam použitých zkratk a symbolů	83
6	Seznam použité literatury.....	85
7	Seznam příloh.....	86

Úvod

V diplomové práci se budu zabývat vytápěním rodinných domů pomocí sofistikovaného tepelného zařízení zvaného Termocentrála Flexira, na jehož vývoji se podílím společně s firmou AZ Pokorný. Termocentrála zajišťuje měření, řízení a provoz na sebe připojených tepelných zdrojů, topných okruhů, akumulaci, přípravu a cirkulaci teplé vody. Celý systém je řízen pomocí regulátoru Siemens RVS. Regulátor je možno připojit na internet, přes který je možno ovládat celé zařízení. Jako příklad jsem vybral vytápění rodinného srubového domu.

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

1.1 Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Při pohledu z okna neomylně přichází zimní období... při zimních radovánkách či venkovních povinnostech nám dříve či později mrznou ruce, nohy, uši i nos. O to více se těšíme domů. Neexistuje v tu chvíli lepší místo než u praskajícího ohně v krbu, odkud na Vás mohutně sálají pocity tepla, útulnosti a bezpečí umocněné pohledem z okna, kde jste zanechali vlezlou zimu a můžete se již kochat poletujícími vločkami s příjemnější náladou. [1]



Obr. 1. Srubový dům (ilustrační foto)

Dřevo je teplé Ve srubových a roubených domech je toto vnímání násobené teplem přicházejícím ze dřeva. Povrch skutečného dřeva je oproti jiným materiálům, jako je beton nebo zdivo, svojí teplotou o mnoho příjemnější. Dřevo je jedinečný přírodní materiál, který s Vámi žije a dýchá. Je prokázáno, že teplé přírodní dřevo pozitivně ovlivňuje stav mysli, uklidňuje nervový systém u lidí a vytváří přátelské podmínky pro odpočinek. Díky své barvě, struktuře a vůni na nás vyzařuje pocity pokoje, útulnosti, bezpečí a sounáležitosti s přírodou.

Vytápění lze kombinovat i s další užitkovostí, kterou poskytují kuchyňské sporáky, kamna a pece. Při ceně elektřiny a plynu jsou pro řadu rodin zjm. jednoduché a levnější kuchyňské sporáky vítaným úsporným řešením. Dá se na nich vařit, péct a pokud se napojí na výměník pro vodu, máte další nemalou úsporu k plusu. Na tradičních větších pecích můžete i spát – zažít svojí pohádku na peci pokryté např. ovčí kůží touží nejenom děti. Kamna dlouho akumulují teplo a pokud jsou umístěna spíše ve středu domu, šíří se z nich teplo rovnoměrně po celém domě. [1]

1.1.1 Dřevěné domy

Dřevo patří mezi nejstarší stavební materiály. Dřevěné masivní domy jsou hojně rozšířeny v oblastech poblíž polárního kruhu i v tropech, tedy všude tam, kde je vhodné dřevo dostupné. V období prudkého rozvoje stavebních materiálů byla jeho funkce jako materiálu pro nosné konstrukce dlouhá léta opomíjena, v mnoha okolních i více či méně vzdálených zemích však tato tradice přerušena nebyla a byly rozvíjeny dokonalejší stavební systémy výroby stavebních konstrukcí.

Širšímu využití dřeva ve stavebnictví u nás brání především představa mnoha lidí o dřevostavbách jako o provizorních stavbách sloužících pouze k rekreačním účelům, ale nevhodných k trvalému bydlení. Hluboce zakořeněná je představa o domě schopném přežít několik generací. Musel být tedy pevný, kamenný s masivními stěnami a rozsáhlým podsklepením. V takovém domě pak dřevo sloužilo pouze ke konstrukci stropů, podlah a krovů a pro stavby všemožných kůlen a přístřešků.

Nejstarší prapůvodní dřevěné stavby byly z loupaných kuláčů kladených vodorovně na sebe. Minimálně narušený povrch rostlého dřeva zaručoval vysokou životnost; spáry se utěšňovaly mechem nebo hlínou. Později se provádělo lícování na styčných hranách, v nárožích se trámy spojovaly tesařskými spoji. Povrch dřeva se ošetřoval směsí volské krve a vápenného mléka. Nevratnou reakcí vznikla v pórech dřeva nerozpustná sloučenina dokonale impregnující dřevo a podstatně snižující jeho hořlavost.

1.1.2 Vlastnosti dřevěného domu

Dřevo zažívá zaslouženou renesanci především pro své technické vlastnosti a minimální energetickou náročnost při zpracování. Z hlediska mechanických vlastností lze masivní dřevostavbu hodnotit jako velice lehkou a pevnou, s minimálními nároky na základovou konstrukci. Naši předkové roubenky zakládali pouze na srovnaný terén a pár plochých kamenů. I když základy podmrzaly, roubená konstrukce s rybinovými spoji v rozích vždy odolala.

Tepelné vlastnosti roubené stavby i kanadského srubu jsou poněkud odlišné od vlastností "těžkých" konstrukcí z cihel a betonu i od vlastností lehkých montovaných staveb. Na rozdíl od betonu má dřevo přibližně pět až šestkrát menší

tepelnou vodivost, takže ve srovnání s těmito materiály se ohřívá velmi pomalu a také akumulované teplo vydává pozvolna, takže není schopno například po důkladném vyvětrání rychle ustálit vnitřní teplotu. Ovšem pokud je dům projektován jako nízkoenergetický (s nízkými tepelnými ztrátami), ke stabilizaci vnitřní teploty se dokonce počítá i s touto akumulací tepla v povrchové vrstvě dřeva.

1.1.3 Vytápíme vzduch, ne stěny

Při vytápění dřevěného domu se rychle ohřeje vzduch a jen tenká povrchová vrstva dřeva, takže doba, za kterou se dřevěná stavba vyhřeje na příjemnou teplotu, je nesrovnatelně kratší než ve zděném domě. K vytápění takového domu je možné s výhodou využít zdroje s menším výkonem a rychlou reakcí, schopné naprogramovat do různých teplotních režimů podle aktuálního provozu v domě. V době nepřítomnosti obyvatel může být dům pouze temperován a v určitou hodinu může být velmi rychle vytopen na požadovanou teplotu. Není totiž nutno vytápět hmotné zdivo. Budoucí trendy ve výstavbě rodinných domů jsou předvídatelné - v první řadě to bude stále intenzivnější požadavek na energetické úspory během stavby a zejména provozu.

Už v současnosti se stále častěji používají nové formy plošného vytápění - podlahové a stěnové, nové typy velice účinných kondenzačních kotlů, tepelných čerpadel, slunečních kolektorů, které jsou ideální pro stavby s malou akumulací.

1.1.4 Dřevo pracuje s vlhkostí

Dřevo dokáže příznivě ovlivnit i vnitřní mikroklima. Voda není ve dřevu pevně vázána, ale kolísá v závislosti na vlhkosti okolního vzduchu. V jednom metru krychlovém dřeva může být vázáno od 25 až do 200 litrů vody a dřevo se stále bude chovat jako suché až polosuché. Je-li vlhkost vnitřního vzduchu nízká, uvolňuje dřevo vlhkost do prostoru a naopak. Dřevo ve větším množství tak slouží jako stabilizátor prostorové vlhkosti, což je základní předpoklad pro zdravé bydlení. K výměně vlhkosti mezi dřevem a vzduchem přispívá i vysoká difúzní propustnost dřeva pro vodní páru, takže při správném systému větrání v interiéru nevznikají plísňe a vždy přítomná vodní pára nekondenzuje.

1.1.5 Požární odolnost

Stále zažitá je představa o tom, že dřevo hoří jako papír. Požáry v bytech vznikají hlavně vznícením snadno hořlavých materiálů - textilií, nábytku, plastů v důsledku špatného zacházení s otevřeným ohněm a elektrickými spotřebiči nebo pro vadný stav energetických rozvodů a neodbornou manipulaci s nimi. Typ stavební konstrukce za vznícením téměř nikdy nestojí a nehořlavá staviva celkem logicky ničivý oheň z lidských obydlí nevytlačila. Na základě zkušeností z praxe se ukázalo, že požární odolnost dřevěných konstrukcí je podstatně vyšší, než by odpovídalo skutečnosti, že jde o hořlavý materiál. Je to dáno mimo jiné tím, že dřevo obsahuje vždy tak zvanou rovnovážnou vlhkost, tedy vodu, která se musí nejdříve odpařit. Zatímco drobné dřevěné předměty snadno shoří, u objemných dřevěných kusů pronikne oheň do zhruba centimetrové hloubky a jeho další postup se výrazně zbrzdí nebo až zastaví, neboť povrchová vrstva zuhelnatí, brání přístupu kyslíku a další hoření je zpomaleno. Vlastní hoření tak trvá dlouho a pevnost konstrukce je pro hasiče předvídatelná na rozdíl například od oceli, která při dosažení určité teploty kolabuje náhle a bez varování. Hořící dřevěný trámový strop tak, možná paradoxně, přežije déle než keramický strop vložený do ocelových profilů, které se vlivem tepelných deformací a ztráty pevnosti zřítí mnohem dříve a nečekaně. Garantovaná výpočtová hodnota požární odolnosti 20 cm silné roubené stěny je 50 minut (jestliže uvažíme míru bezpečnosti výpočtů, je skutečná hodnota výrazně vyšší). Nezanedbatelným faktem je i to, že při požáru dřevěné stavby nevznikají životu nebezpečné zplodiny v takovém rozsahu jako při požáru stavby s běžným zastoupením umělých materiálů.

1.1.6 Konstrukce roubeného domu

Konstrukce dřevěného roubeného domu má své zákonitosti v základním dělení vnitřního prostoru, které je nutno respektovat, ale vnitřní dispozici je možné téměř libovolně upravit lehkými sendvičovými příčkami. Vlivem sesychání a bobtnání dřeva dochází ke značným objemovým změnám, se kterými je nutno počítat při utváření okenních a dveřních otvorů, aby při sesychání dřeva nedošlo k deformaci rámu oken nebo popraskání skel. Srubová stavba postavená z čerstvé kulatiny sesychá za rok o 4 až 6 cm na 1 m výšky! [2]

1.1.7 Přírodní izolace z ovčí vlny

Jako izolaci do srubových a roubených obvodových stěn se používá izolace z ovčí vlny (viz obr. 2.) s jedinečnými vlastnostmi. Je mimo jiné výtečně stlačitelná a nebrání tak plnému dosednutí srubových a roubených domů jako některé jiné používané, v pozdějších letech dosedání stavby ztvrdlé izolační materiály. Pokud si stavba plně nedosedne (ať už z důvodu nekvalitní výroby stěn nebo špatně stlačitelné izolace), je do netěsnících mezer potřeba navíc aplikovat srubařské tmely, což je další nemalá položka, kterou by Vás stavba mohla nečekaně stát.



Obr. 2. Tepelná izolace spojů z ovčí vlny (zdroj www.sruby-roubenky.cz)

1.1.8 Ovčí vlna

Ovčí vlna rakouské firmy Isolena pochází od místních chovatelů a chovatelů z přilehlých alpských zemí. Ovčí vlna je jedinečným izolačním materiálem, který nepochází z kamene ani umělých či celulózových vláken, nýbrž z vláken bílkovinných. Ovčí vlna chrání živé bytosti, které neznají klid na pastvě a nemohou si dovolit, aby v zimě zmrzly.

Stříháním ovcí se získává rouno, což je výraz pro plošnou vrstvu vzájemně se prolínajících vláken. Tato vlákna jsou slepená potem, tukem a nečistotami (cca. 15–50 %). Střih se provádí pouze u živých a zdravých ovcí. Jedině z nich je vhodná k výrobě izolačních materiálů s tak vysokými kvalitativními nároky. Takto získaná vlna je a zůstává trvale elastická a zachovává si svůj objem.

Ovčí vlna rakouské firmy Isolena pochází od místních chovatelů a chovatelů z přilehlých alpských zemí.

Díky jedinečnosti surových vláken ovčí vlny je i konečný produkt izolačním materiálem s jedinečnými stavebně-fyzikálními vlastnostmi.

1.1.9 Ochrana proti molům

Vlna, jako živočišné vlákno, patří mezi materiály, které jsou do jisté míry náchylné k biologické degradaci. Největší nepřítel vlny je samozřejmě mol. Proti poškození moly musí být izolace chráněna. Použití neošetřené vlny je nepřípustné.

Přípravků pro ochranu před těmito nežádoucími škůdci je několik. Princip aplikace bývá však stejný. Většinou jde o nějaký roztok, ve kterém se vlna po vyprání máčí.

V České republice je běžně používán Molantin SP, který je 10% roztok fotostabilního syntetického pyretroidu – permethrinu. Je to čirá kapalina jantarového zabarvení se slabým zápachem po butanolu. Tento přípravek se po aplikaci na ovčí vlnu však nestává chemickou součástí materiálu. Jeho problémem je odpařování. Studie na téma životnosti Molantinu ve srovnání s životností ovčí vlny zatím nebyla provedena.

Firma Isolena během let své existence usilovně pracovala na vývoji na poli ochrany vlny před molem a vystřídala několik přípravků. Mj. také např. derivát močoviny v 1% objemové koncentraci. V posledních několika málo letech se ale ustálila na jistém přípravku na bázi anorganické soli, která na sebe trvale váže bílkovinné molekuly aminokyselin u jednotlivých ovčích vláken. Výhodou tohoto přípravku je, že se díky chemické reakci nerozpouští ve vodě a ani nesublimesuje. Je proto zárukou pro trvanlivost ochrany proti molům. Uvedená vlastnost je na základě pečlivé analýzy potvrzena certifikátem výrobce. Výše uvedené opatření je doporučeno Institutem pro stavební biologii v Rakousku (IBO).

1.1.10 Výroba izolace z ovčí vlny

Výroba izolace z ovčí vlny je, ve srovnání s výrobou např. minerální vlny, velice jednoduchá. A od počátku až do konce je také šetrná k životnímu prostředí. Výrobní postup se skládá vlastně jen ze tří základních fází, a to praní, česání a vlastní zpracování vlny. Součástí výroby je i ošetření proti molům.

První fází výrobního postupu je čištění vlny. Vlna se doveze neupravená, chovatel vlnu pouze ostříhá a nijak ji neošetřuje. Surová vlna má v sobě nečistoty. Praním ve speciálních pračkách se odstraní ovčí pot, 10 až 20 % ovčího tuku a náhodné nečistoty (prach dehet, trus, rostlinné zbytky). Na závěr pak přichází již zmiňované ošetření proti molům.

Po vyprání a impregnaci se vlna ještě před vlastním zpracováním musí vyčesat. Tato úprava probíhá na speciálních česacích strojích.

Další fází je vlastní zpracování vlny. Existuje hned několik možností. U Isoleny se využívá technologie vodorovného kladení mykaného ovčího rouna bez použití pojiva. Požadovaná tloušťka i kompaktní soudržnost materiálu vzniká opakovaným vrstvením, jednotlivé vrstvy jsou do sebe navzájem propleteny ovčími vlákny. Touto technologií vzniká stabilní materiál.

Pracujeme s nejvyšší kvalitou - 100% čistou ovčí střížní vlnou, bez umělých pojidel, ochranných či nosných mřížek.

1.1.11 Vlastnosti izolace z ovčí vlny

Výrobky firmy Isolena se vyrábějí v různých objemových hmotnostech, a to od 14 do 30 kg/ m³. Další dobrou mechanickou vlastností vlny, je její schopnost zachovávat trvale pružnost. Což umožňuje použití i v obtížně přístupných místech.

Ovčí vlna nehoří. Její samozápalná teplota je zhruba 560 - 600 °C. Při eventuelní velmi vysoké teplotě se vlákno odtaví bez zkapalnění a nevznikají žádné toxické plyny. Výhodou tohoto materiálu je i jeho samozhášecí schopnost. To znamená, že výrobky z ovčí vlny Isolena při výrobě a instalaci nepotřebují žádné přídavné protipožární prostředky. Při švýcarských a celoevropských protipožárních testech docílily vynikajících výsledků. (Podrobnosti v atestu výrobku). To je dalším důvodem, proč je vlna nejčistší izolací na trhu.

Excelentní tepelně izolační vlastnosti se součinitelem tepelné vodivosti dosahujících hodnot mezi 0,040 – 0,035 W/mK (závisí na objemové hmotnosti izolační rohože) řadí ovčí vlnu mezi materiály vysoce tepelně izolační. Výrobky Isolenawolle zajistí, že Vám teplo v zimě i při relativně slabé tloušťce stěny nebo střechy neuniká ven, naopak v létě nemůže přílišné teplo proniknout dovnitř.

Izolace z ovčí vlny má skvělé tepelně izolační vlastnosti. Právě tyto vynikající izolační vlastnosti chrání veškeré obytné prostory jak v létě před přehříváním, tak v zimě před promrzáním bez nutnosti přílišné masy stavebního materiálu. Zůstávají příjemně chladné a vzdušné. To vše má samozřejmě vliv na dobré prostorové klima.

Tepelnou vodivost všeobecně velice negativně ovlivňuje vlhkost. Výhodou ovčí vlny je její hygroskopičnost. Ovčí vlna reguluje vlhkost vzduchu v místnosti, díky schopnosti dle potřeby navázat na sebe vodu. Množství vody může dosáhnout 30 až 35% vlastní váhy bez ztráty izolačních vlastností. Přebytečná vlhkost je vstřebána přímo vlákny a může být následně zase uvolněna. Zároveň je ovčí vlna k vodě rezistentní. Po pohlcení vlhkosti si zachovává svůj objem.

Další vlastností je faktor difuzního odporu. Ten se pohybuje v rozmezí 1 a 2. Ovčí vlna je materiál prodyšný. Nebrání tak přirozenému klimatizačnímu účinku.

Ovčí vlna se používá i jako akustická izolace. Díky rozdílné jemnosti vláken (14 – 40 μ m) a speciální technice plstění dosahují produkty odporu proudění až 29,5 kPas/m² - tedy vynikajících vlastností absorpce zvuku v širokém rozsahu frekvencí.

Více než izolace

Jedinečnost ovčí vlny lze nacházet nejen v tepelných a akustických vlastnostech, ale i v prostorovém čištění vzduchu. Žádný jiný stavební produkt nemá takovou schopnost působit aktivně na prostorové klima jako ovčí vlna. Produkty z ovčí vlny Isolenawolle jsou koncipovány tak, aby se mohly uplatnit pozitivní vlastnosti tohoto materiálu jako přírodního produktu ve stavebním průmyslu. Je to izolační materiál, který nabízí víc, než jen udržování tepla v budově. Ovčí vlna, jako jediný stavební materiál, prokazatelně neutralizuje škodlivé látky a stará se tak aktivně o zdravý vzduch v prostoru.

A ovčí vlna má ještě jednu neopomenutelnou přednost - bílkovinná vlákna netvoří živnou půdu pro plísně. Proto také ovčí vlna nemusí být nikterak proti plísním chráněna.

1.1.12 Výrobky z ovčí vlny

Podle způsobu využití lze výrobky z ovčí vlny rozdělit do několika skupin.

Nejrozšířenější zástupcem výrobku jsou izolační rohože. Rohože se vyrábí v různých rozměrech. V tomto směru firma Isolena vše podřizuje přání zákazníka a při výrobě se rozměry rohoží vyrobí dle rozměrů dodaných právě zákazníkem. Výrobky mohou mít tloušťku od 3 do 40 cm odstupňovanou po jednom centimetru, šířku od 30 do 140 cm po 5 cm a délky až do 10 m také po 5 cm. Objemová hmotnost se liší dle požadovaného výrobku. Běžně dosahuje hodnot o 14 do 30 kg/m³.

Důležitou výhodou ovčí vlny je velice snadná manipulace. Na rozdíl od např. minerální vlny je ovčí vlna velice příjemná na dotek, není prашná a při práci s ní není potřeba speciálních ochranných pomůcek, protože při kontaktu nepoškozuje oči ani pokožku. Tedy výrobek, u kterého jste v bezpečí nejen, když už je zabudován, ale i při práci s ním. [3]

1.1.13 Srubařské tmely pro spárování srubů a roubenek

Největším nepřítelem srubů a roubenek je vítr a poryvy větru, které svým tlakem na stěnu proniknou i sebemenší skulinou. Slabá místa bývají často také v rozích nebo v průvlaku trámů skrze stěnu v usazení oken a dveří. Naopak výhodou dřevostaveb oproti klasickým stavbám je, že zde nejsou tepelné mosty vznikající v překladech, věncích a všech místech, kde je použit zpevněný beton. Zatmelením spár a prasklin se dají tyto nedostatky velmi účinně odstranit.

Srubařský tmel byl vyvinut speciálně pro tmelení spár srubů a roubenek. Firma Woodchink má již dlouholeté zkušenosti s používáním srubařských tmelů a svoje praktické dovednosti uplatnila při vývoji nových, vysoce kvalitních tmelů. Existuje mnoho důvodů, proč na dřevostavby používat spárovací tmely. Mezi nejčastější patří výrazné vylepšení tepelných vlastností domů, ochrana trámů či klád před vlhkem, hmyzem a přístupem různých dřevokazných parazitů. Materiál s obsahem hrubozrnných plniv vytváří po odpaření vody plastoelastickou hmotu se štukovou strukturou, která se podobá jemné omítce. Díky tomuto složení a možnosti výběru ze široké škály barev si vaše dřevostavba zachová přírodní vzhled (Viz obr. 3.).

Woodchink se používá k těsnění a tmelení dřevěných spár srubů a roubenek. Tmel i po zaschnutí zůstává díky svému složení stále pružný, vyrovnává pohyb klád či trámů a pracuje společně s pohybem dřeva. Tato vlastnost zaručuje tmelům dlouholetou trvanlivost ve spárách bez nutnosti další údržby. [4]



Obr. 3. Zatmelení srubového domu [4]

1.1.14 Normové a legislativní podklady

- ČSN EN 12831 - *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu (r 2005)*
- ČSN 06 0310 *Ústřední vytápění - Projektování a montáž (r 2006)*
- ČSN EN 12828 *Tepelné soustavy v budovách. Navrhování teplovodních tepelných soustav. (r 2005)*
- *Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*

1.2 Cíl práce, zvolené metody řešení

V diplomové práci se budu zabývat možnostmi vytápění rodinného srubového domu, aby byla splněna všechna přání investora:

- *V kuchyni kamna na dřevo na vaření i s troubou a vodním výměníkem*
- *Podlahové vytápění v přízemí, otopná tělesa v patře.*
- *Příprava teplé vody pomocí kamen*
- *Záložní elektrokotel*
- *Omezený prostor*
- *Možnost akumulace*
- *Řízení na dálku přes internet*

Nejpoužívanější způsob vytápění srubových domů je kachlovými kamny, ve kterých se topí dřevem. Teplo se do prostoru předává převážně sálavou složkou a akumuluje se v jejich hmotném plášti. Tento způsob vytápění však nevyhovuje požadavkům moderního investora.

Proto jsem zvolil odlišné řešení za použití teplovodního sporáku LA NORDICA - TERMOSOVRANA D.S.A. a termocentrály Flexira s venkovní podzemní akumulační nádrží, která všem těmto požadavkům plně vyhovuje. Termocentrála, jak už sám název napovídá, se chová jako srdce a mozek tepelné pohody v objektu. Umí ovládat jak neřízené, tak řízené zdroje tepla, umí řídit až tři směšované topné okruhy, teplou vodu připravuje z aktuálně nejvýhodnějšího zdroje a přebytečné teplo ukládá do externích akumulačních nádrží. A v případě potřeby může využívat vestavěné elektrické topné tyče. Termocentrálu ovládá řídicí jednotka SIEMENS RVS, která se stará o plynulý provoz celé topné soustavy v závislosti na aktuálních požadavcích obyvatelů. Zařízení je možno servisovat i na dálku pomocí internetového rozhraní.

Ve druhé variantě budu řešit stejný způsob vytápění bez použití termocentrály Flexira a porovnáím její přednosti a nedostatky oproti klasickému zapojení.

1.3 Aktuální technická řešení v praxi

Kachlová kamna

Lidé kachlová kamna využívají téměř 700 let, během kterých prošla mnohými změnami. V současnosti již kachlová kamna nezdobí pouze honosná sídla a bohatší venkovské usedlosti, ale stávají se funkčním a estetickým prvkem i moderních interiérů. Estetickou úroveň, skvělé akumulční schopnosti a topení příjemným sálavým teplem z kachlových kamen nahradí málokteré topidlo.



Obr. 4. Kachlová pec ve srubovém domě [5]

Co jsou kachlová kamna?

Kachlová kamna jsou sálavým topidlem s výbornou schopností vstřebávat teplo do své hmoty a postupně ho vyzařovat. Jsou to zděná kamna, jejichž jádro je vyzděno obvykle šamotovými nebo žáruvzdornými cihlami a plášť je tvořen speciálními kamnářskými kachlemi s okrasnou glazurou. Kachle mohou být bez zdobení, nejoblíbenější je však opláštění kamen kachlemi s originálními vzory a reliéfy, které podtrhnou krásu a originalitu kamen, respektive jejich kachlí.

Obestavba kachlových kamen

Kachlová obestavba plní nejen estetickou funkci, ale akumuluje teplo odebrané z plamene a ze spalín, které jsou odváděny teplosměnnou komorou tělesem krbové obestavby. Spaliny předají většinu svého tepla hmotě krbové obestavby a do komína se dostanou již o nízké teplotě. Teplo z kachlové obestavby je následně do místnosti vyzařováno intenzivním sáláním.



Obr. 5. Kachlová kamna [5]

Proč si pořídit kachlová kamna?

Sálavé teplo vyzařované z velké plochy kachlových kamen na nás působí mnohem přirozeněji než teplo vyzařované z jednoho bodu, jako například u běžných kamen. U kachlových kamen bez roštu stačí přiložit 2x denně, čímž je

zajištěn vysoký komfort vytápění. Vytápění je úsporné, dřevo v kamnech hoří pomalu a pocit tepla nastává, i když je vzduch v místnosti chladnější. Kachlová kamna se pomalu zahřívají a pomalu chladnou, tudíž nejsme vystaveni nepříjemným teplotním skokům. Jsou ideální pro alergiky, protože nevíří prach, nevysušují vzduch a místnost prohřívají rovnoměrně. Kachlová kamna jsou krásnou a originální dominantou interiéru a odrazem vašeho vkusu a životního stylu.

Nevýhody kachlových kamen

Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady, především pak při budování rozvodů tepla do dalších místností. Dále velký objem stavebních prací a potřeba většího prostoru, protože kamna zabírají hodně místa. Zřetel je třeba brát i na jejich vysokou hmotnost a dimenzovat nosnost podlahy.

Čím si zatopit

Ideálním topivem do kachlových kamen je kvalitní suché dřevo s nízkou zápalnou teplotou a malým obsahem smůly, nejlépe tedy tvrdé krbové dřevo (např. buk), které je určeno výhradně pro topení v krbech a kamnech. V kamnech však nejprve zatápíme suchým měkkým dřevem (smrk, borovice, modřín).

Práci svěřte firmě

Stavba kachlových kamen vyžaduje zkušenosti, pečlivou přípravu a dostatek času. Abychom měli záruku, že kamna budou správně a kvalitně postavena, je dobré tuto práci zadat odborníkům s kvalifikací pro provádění certifikovaných činností. Moderní kachlová jádra jsou již vybavena moderním "jádrem." Běžná je i instalace teplovodní krbové vložky, počítejte však se zásadní investicí. [5]

1.4 Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

V teoretickém řešení se zabírám výpočtem doby nabíjení akumulární nádrže, kterou aplikuji pro svůj konkrétní případ. A porovnáám s interaktivním výpočtem z internetových stránek tzb-info.

Vstupní hodnoty:

Objem vody 300 litrů

Teplota vstupní vody 80 °C

Teplota výstupní vody 30 °C

Výkon zdroje 9 kW

Výpočet:

Měrná tepelná kapacita vody:

$$c = 4186 \frac{J}{kg \cdot K}$$

Jednotkové odvození přepočtu měrné tepelné kapacity z J na Wh:

$$W = \frac{J}{s}$$

$$W \cdot s = J$$

$$W \cdot 3600 \cdot s = J \cdot 3600$$

$$J = \frac{W \cdot h}{3600}$$

Měrná tepelná kapacita:

$$c = 4186 \frac{\left(\frac{W \cdot h}{3600}\right)}{kg \cdot K} = 1.163 \frac{W \cdot h}{kg \cdot K}$$

Potřeba energie:

$$E = m \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = 295,7 \cdot 1,163 \cdot (80 - 30) = 17195 \text{ Wh}$$

Doba ohřevu akumulární nádoby:

$$P = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{E}{\tau} [W]$$

$$\tau = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{E}{P} = \frac{1}{0,85} \cdot \frac{17195}{9000} = 2,248 \text{ hod} = 2 \text{ hod a } 15 \text{ min}$$

Energie potřebná k ohřevu vody:

$$E_p = \frac{E}{\eta} = \frac{17195}{0,85} = 20,229 \text{ kWh}$$

Další použité veličiny:

m – hmotnost vody [kg]

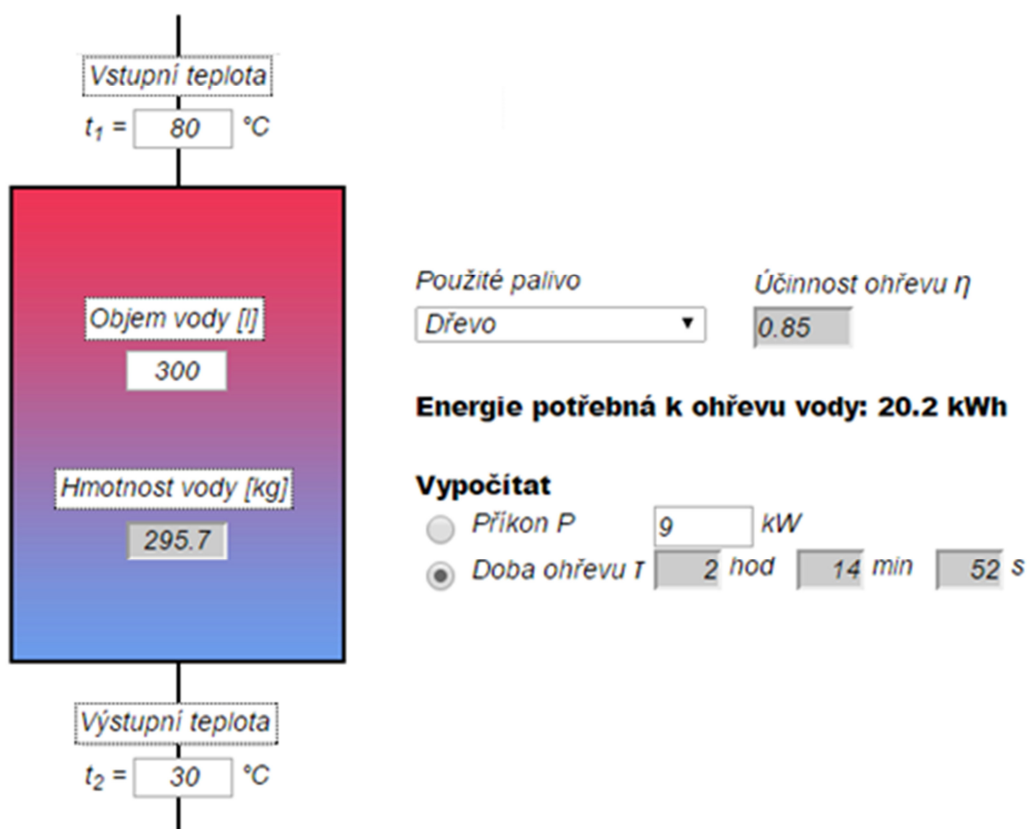
τ – čas potřebný pro ohřev [h]

η – účinnost ohřevu

t_1 – teplota výstupní vody [°C]

t_2 – teplota vstupní vody [°C]

Výpočet doby nabíjení akumulární nádrže z tzb-info



Vstupní teplota
 $t_1 = 80$ °C

Objem vody [l]
300

Hmotnost vody [kg]
295.7

Výstupní teplota
 $t_2 = 30$ °C

Použité palivo
Dřevo

Účinnost ohřevu η
0.85

Energie potřebná k ohřevu vody: 20.2 kWh

Vypočítat

☐ Příkon P 9 kW

☒ Doba ohřevu t 2 hod 14 min 52 s

Obr. 6. Výpočet doby nabíjení akumulární nádrže z tzb info [10].

Doba ohřevu 300 litrové akumulární nádrže při plném výkonu sporáku na dřevo vyšla v obou případech stejně a je 2 hodiny a 15 minut.

1.5 Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Experimentem jsem se rozhodl ověřit, jaké množství teplé vody je schopna termocentrála předat pouze při topení v krbu, bez použití elektrické topné spirály.

Jako zdroj tepla byl na termocentrálu napojen teplovodní krb na dřevo HOXTER HAKA 67/51Wlh o jmenovitém výkonu 8 kW tepla do vody. A toto teplo bylo předáváno pitné vodě protékající trubkovým výměníkem v termocentrále.

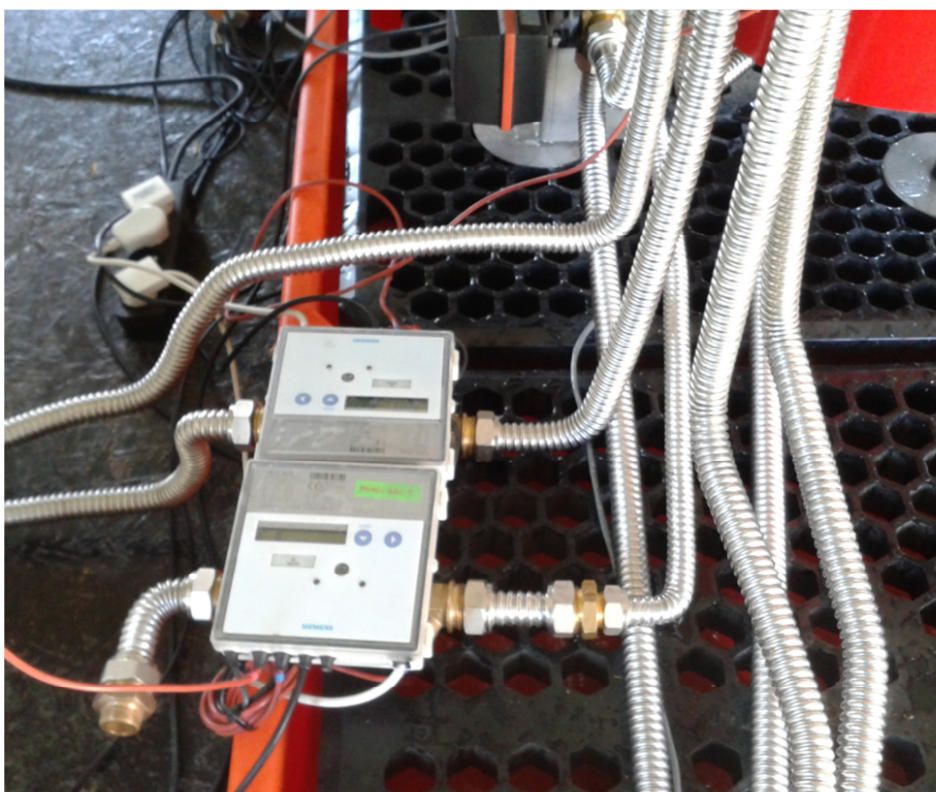


Obr. 7. Měření množství teplé vody připravené pomocí krbu

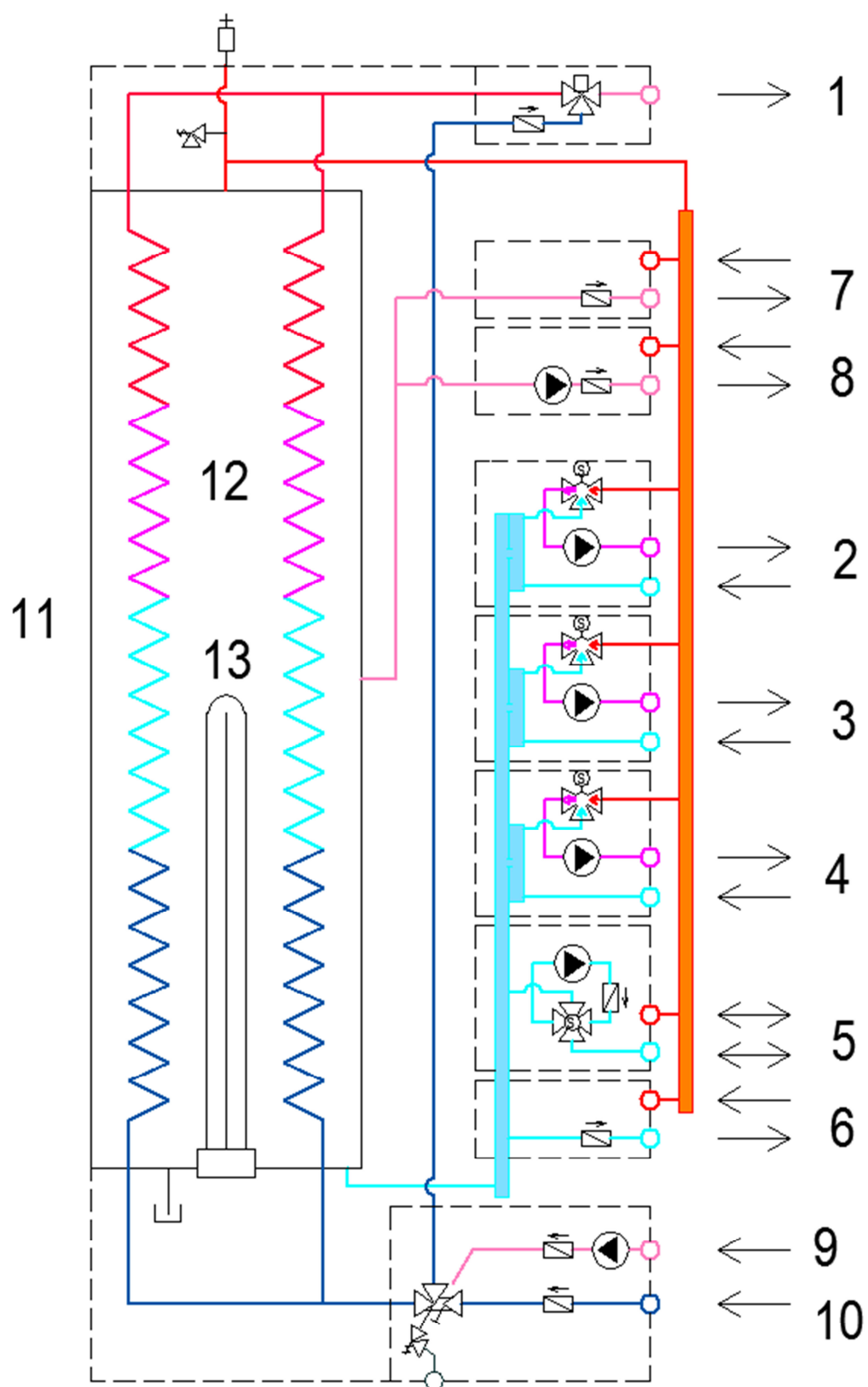
Pro měření průtoku a přeneseného výkonu byly použity Měřiče tepla Siemens UH50-A38C-CZ06-G s teplotními čidly. Teploty v kotli a ve výměníku byly měřeny samotnou termocentrálou pomocí regulátoru Siemens RVS63.283/109 a teplotních čidel QAZ 36.522/109. Hodnoty jsou pomocí webserveru posílány do počítače a lze s nimi pracovat v programu ACS Tool.



Obr. 8. Pohled na připojení potrubí bez připojovací desky



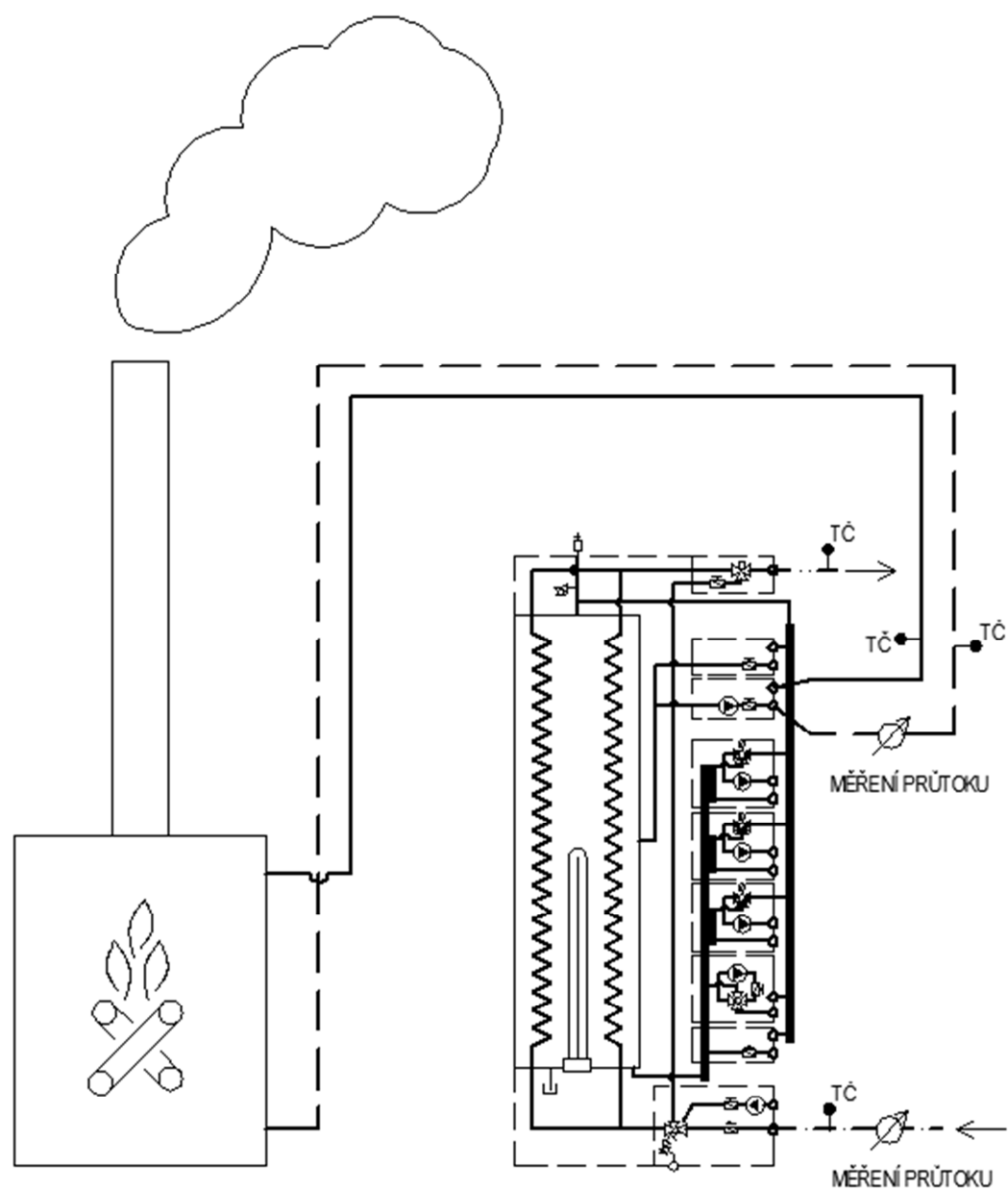
Obr. 9. Průtokoměry. Horní na kotlovém okruhu, dolní na vstupu studené pitné vody.



Obr. 10. Schéma zapojení termocentrály

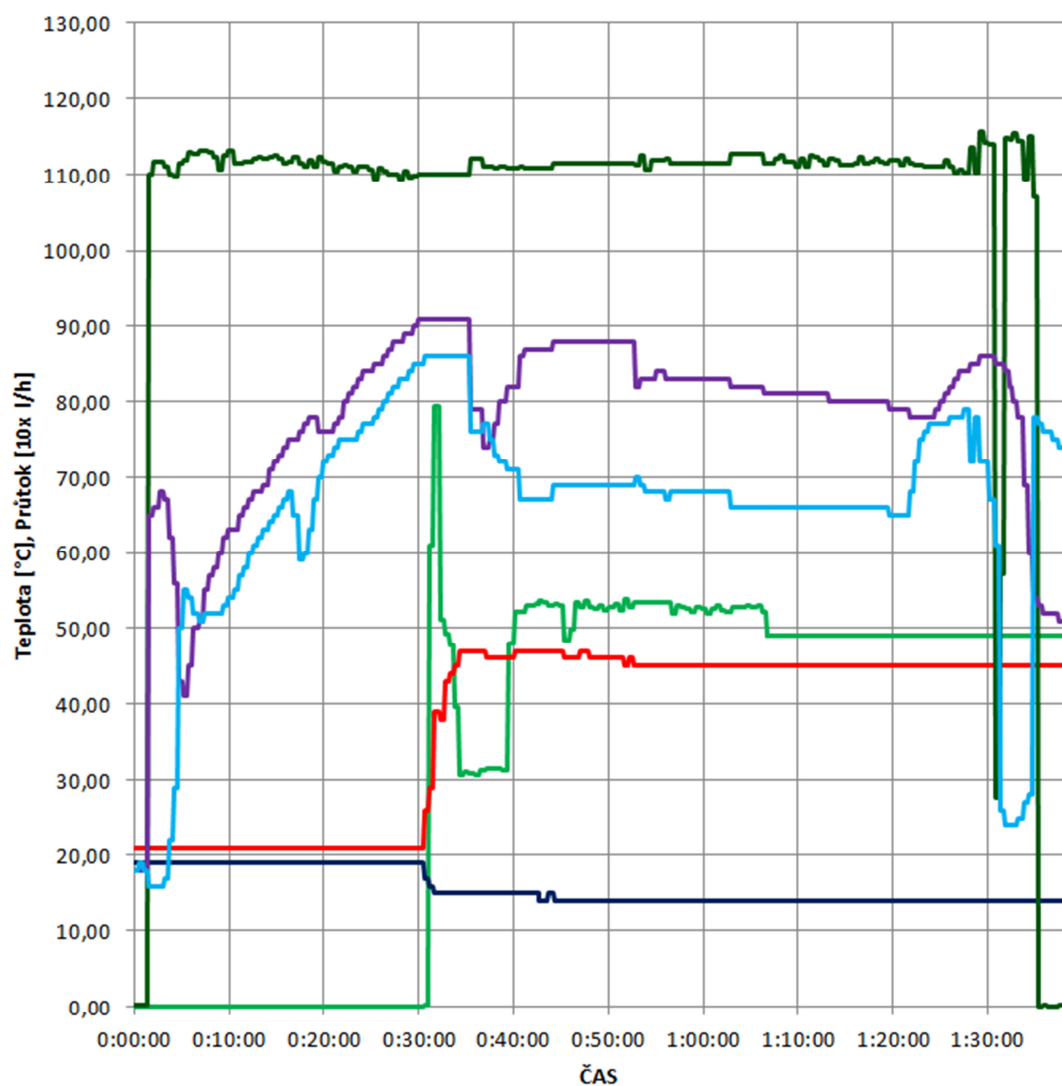
LEGENDA:

- 1 SMĚŠOVANÝ VÝSTUP TEPLÉ VODY
- 2 SMĚŠOVANÝ TOPNÝ OKRUH I.
- 3 SMĚŠOVANÝ TOPNÝ OKRUH II.
- 4 SMĚŠOVANÝ TOPNÝ OKRUH III.
- 5 NABÍJENÍ A VYBÍJENÍ AKUMULAČNÍ NÁDRŽE
- 6 CHYTRÝ ZDROJ BEZ OCHRANY ZPÁTEČKY
(PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL)
- 7 CHYTRÝ ZDROJ S OCHRANOU ZPÁTEČKY
(KOTEL NA DŘEVO S REGULACÍ)
- 8 TUPÝ ZDROJ S OCHRANOU ZPÁTEČKY (KRBOVÁ VLOŽKA)
- 9 CÍRKULACE TEPLÉ VODY
- 10 PŘÍVOD STUDENÉ VODY
- 11 NÁDRŽ S TOPNOU VODOU 60l
- 12 VÝMĚNÍK Z VLNOVCOVÝCH NEREZOVÝCH TRUBEK
- 13 ELEKTRICKÁ TOPNÁ TYČ



TČ - TEPLOTNÍ ČIDLO

Graf teplot a průtoků



- Průtok pitné vody [10x l/h]
- Teplota teplé pitné vody [°C]
- Teplota studené pitné vody [°C]
- Průtok v kotlovém okruhu [10x l/h]
- Teplota výstupní vody z krbu [°C]
- Teplota vstupní vody do krbu [°C]

Z prvního grafu je vidět, že po zatopení v krbu docházelo pouze k nabíjení termocentrály. Po 30 minutách se teplota v termocentrále dostala na maximální hodnotu 90°C. V tu chvíli jsem spustil přípravu teplé vody. Na výstupním termostatickém směšovacím ventilu jsem nastavil teplotu 45 °C a zkoumal jsem, jak dlouho udrží tuto teplotu při průtoku 500 l/h.

Při průtoku 500 l/h vydržela teplá voda konstantně téct více než jednu hodinu. Poté došlo k vyhoření paliva a odstavení krbu. Z uvedeného grafu je dále vidět, že pokud dojde ke krátkodobému výpadku zdroje tepla, tak dodávku pokryje setrvačnost výměníku. Při nedostatečném výkonu krbu je teplá topná voda čerpána buď z akumulární nádrže, pokud je nabita, nebo se sepne elektrická topná tyč.

Graf výkonů



Z grafu výkonů je krásně vidět zákon zachování energie. Co přiteče, to odteče. Velký výkyv na konci grafu je způsoben krátkodobým výpadkem dodávky tepla z krbu. Tento výpadek se však na výkonu předávanému teplé pitné vodě nijak neprojevil. Potřebný výkon pokryla setrvačnost výměníku, a to tak, že došlo k jeho většímu vychlazení. Takto vychlazenou vodu však již dohořívající krb nedokázal ohřát. Došlo k ochlazení krbu pod 60 °C a k jeho automatickému odstavení.

Termocentrála ve spojení s teplovodním krbem na dřevo překonala očekávání, když zvládla za hodinu připravit více než 500 litrů teplé pitné vody o teplotě 45 °C.

1.6 Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

V této části ověřím funkčnost celého již namontovaného zařízení v provozu v rodinném roubeném domě, a to jen proto, že úřady srubový dům v oblasti nepovolili.



Foto z montáže termocentrály



Kompletní termocentrála Flexira včetně kapotáže.



Zdroj - teplovodní sporák Termosovrana D.S.A. o výkonu 9 kW do vody



Zemní akumulční nádrž Rikutherm o objemu 300 litrů

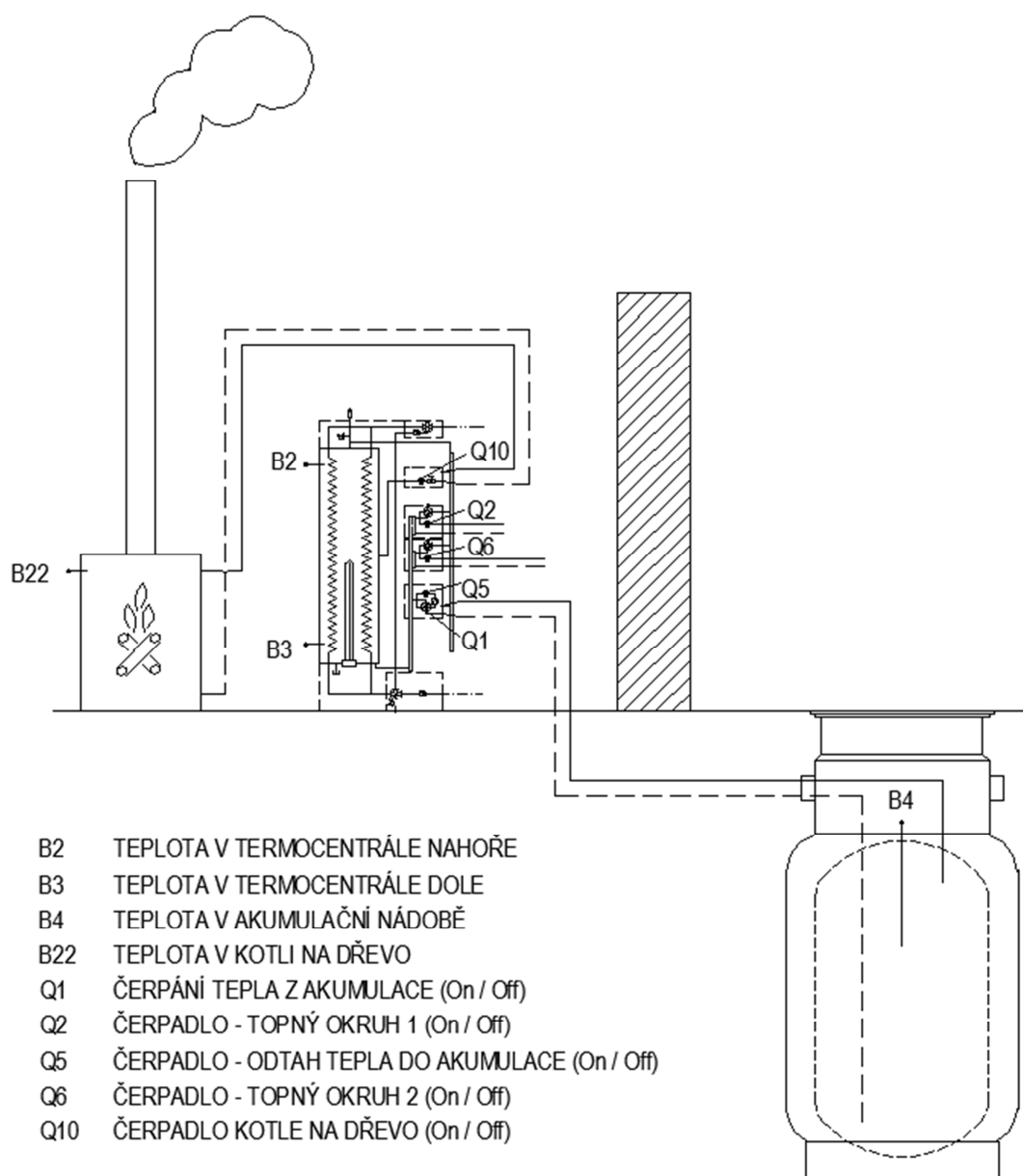
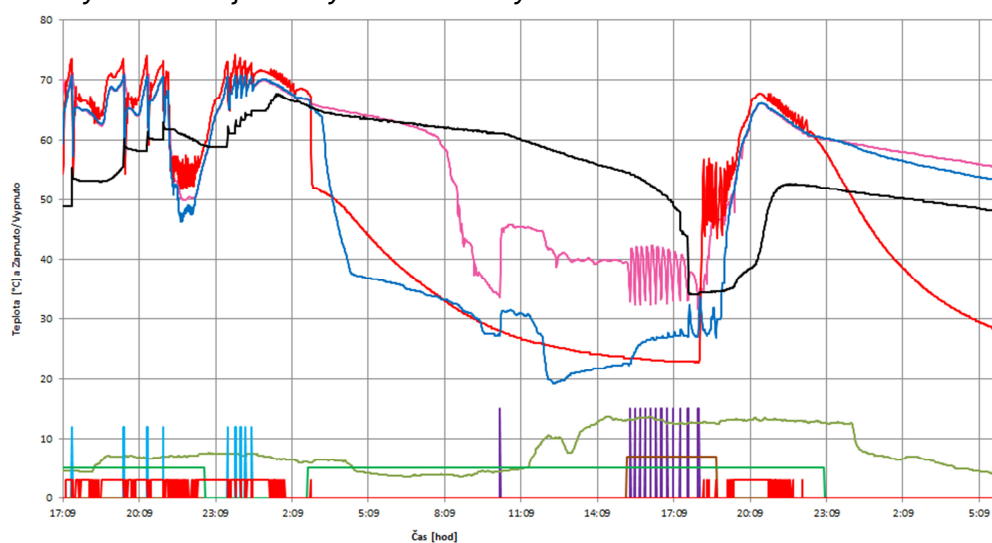
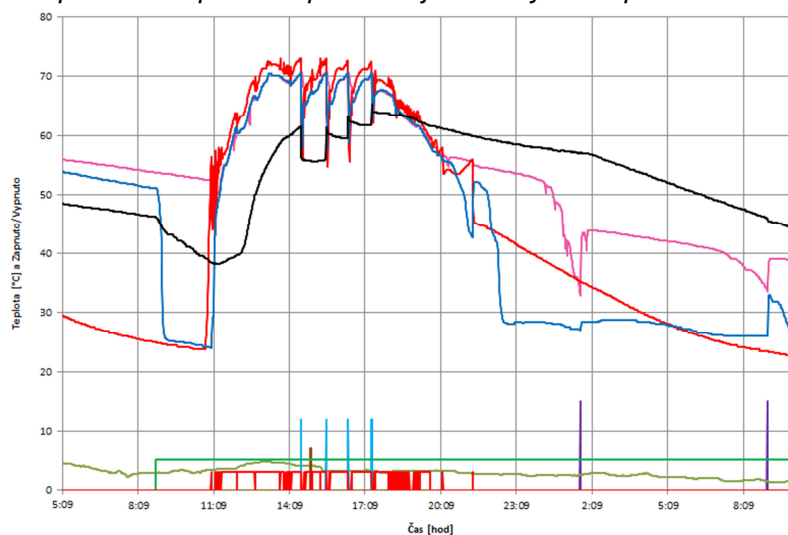


Schéma umístění jednotlivých čidel a snímaných čerpadel

Graf průběhu teplot se spínáním jednotlivých čerpadel vymodelovaný z hodnot stažených z řídicí jednotky termocentrály.



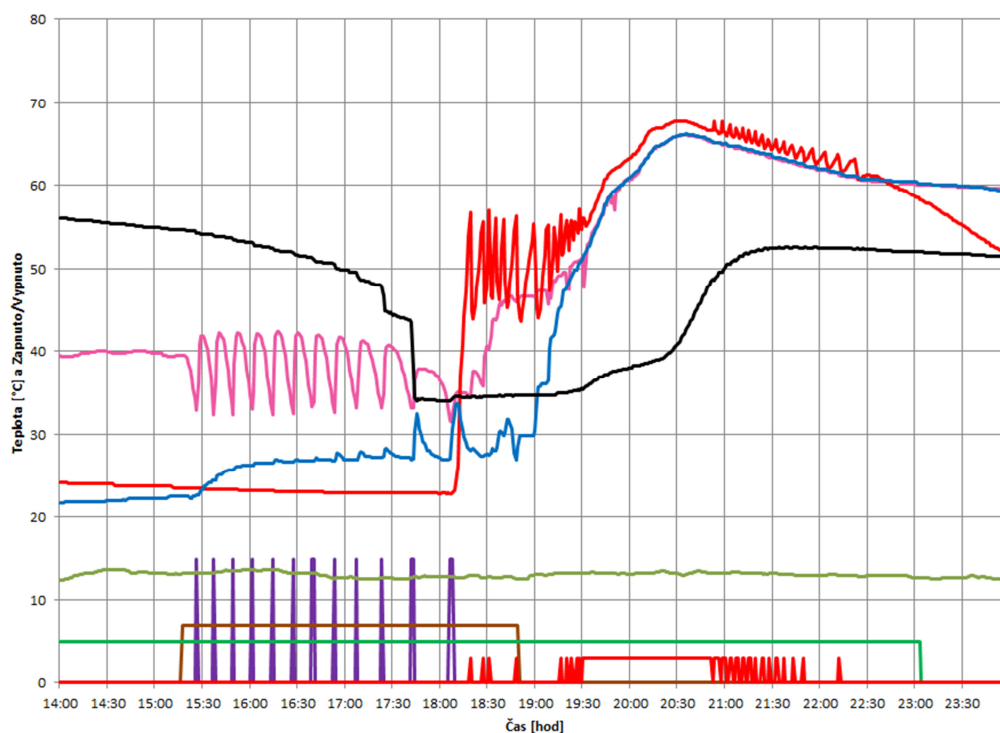
Graf průběhu teplot se spínáním jednotlivých čerpadel – část 1.



Graf průběhu teplot se spínáním jednotlivých čerpadel – část 2.

Legenda čar:

- Čerpání tepla z akumulace Q1 [On/Off]
- Teplota v termocentrále nahoře B2 [°C]
- Venkovní teplota [°C]
- Teplota v kotli na dřevo B22 [°C]
- Teplota ve výměníku dole B6 [°C]
- Odtah tepla do akumulace Q5 [On/Off]
- Top. okruh 1 Čerpadlo Q2 [On/Off]
- Top. okruh 2 Čerpadlo Q6 [On/Off]
- Čerpadlo kotle na dřevo Q10 [On/Off]
- Teplota v akumulační nádobě B4 [°C]



Detailní výřez úseku, kdy dochází k čerpání tepla z akumulární nádoby a následné zatopení a nárůst teploty v akumulární nádobě.

Legenda čar:

- Čerpání tepla z akumulace Q1 [On/Off]
- Teplota v termocentrále nahoře B2 [°C]
- Venkovní teplota [°C]
- Teplota v kotli na dřevo B22 [°C]
- Teplota ve výměníku dole B6 [°C]
- Odtah tepla do akumulace Q5 [On/Off]
- Top. okruh 1 Čerpadlo Q2 [On/Off]
- Top. okruh 2 Čerpadlo Q6 [On/Off]
- Čerpadlo kotle na dřevo Q10 [On/Off]
- Teplota v akumulární nádobě B4 [°C]

Všechna sepnutí čerpadel nejsou bohužel vidět, protože záznam hodnot probíhal po jedné minutě. Tato skutečnost je vidět hlavně na čerpání tepla z akumulace a do akumulace, které probíhá po krátkou dobu a pokud tento cyklus proběhl mimo interval zápisu, tak nedošlo k záznamu chodu čerpadla a je vidět pouze nárůst, nebo pokles teploty.

Z uvedených grafů je krásně vidět, že vše pracuje tak, jak má. Akorát je škoda, že jsem nezvolil kratší interval záznamu.

B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

2.1 Varianta 1: Použití termocentrály Flexira

Použité komponenty:

- Termocentrála Flexira
- Teplovodní sporák na dřevo
- Akumulační nádrž do země

Termocentrála Flexira představuje otevřené řešení umožňující propojit libovolné řízené i neřízené zdroje tepla včetně integrovaného elektrokotle a řídit libovolné výstupy tepla včetně přípravy teplé vody. A to v čase volně modifikovatelném s možností akumulace neřízených zdrojů.



Ohřívá se tolik vody, kolik je potřeba, v čase ve kterém je potřeba a na teplotu, která je potřeba, a to z aktuálně nejvýhodnějšího zdroje. Díky inteligentnímu řízení se jednotlivé zdroje doplňují, nebo sčítají. Takto sloučenou energii je možno rozvést do jednotlivých samostatně řízených okruhů. Malá, na prostor nenáročná termocentrála je vhodná do novostaveb i stávajících budov a sdružuje v sobě širokou škálu možností. Nahrazuje jinak složité sestavy, které bývají běžně složeny z několika nádrží, čerpadel, rozvodů a topenářsko-elektrického materiálu. Svou konstrukcí a principem fungování zamezuje tvorbě bakterií Legionela v teplé pitné vodě. Oproti běžným zařízením není teplá pitná voda dlouhodobě ukládána v nádrži, ale pouze protéká nerezovým výměníkem v nádrži s topnou vodou a následně je směřována termostatickým ventilem na požadovanou teplotu.

La Nordica Teplovodní sporák Termosovrana D.S.A. o výkonu 13,5 kW z toho 9 kW do vody a 4,5 kW do vzduchu.



Sporák je vyroben z ocelového plechu oboustranně smaltovaného. Ve sporáku je použit dvoustupňový systém spalování dřeva. Zkratka D.S.A. znamená „D“ je tlak vody až 3 bary. „S“ je bezpečnost - zabudovaná dochlazovací smyčka. „A“ je automatické ochlazení při přehřátí. Vysoká účinnost - 77% a nízké emise. Hlavní předností je, že až 75% energie jde do vody a zbytek je na vaření a pečení. Z teploty horní plotny zůstává teplo v místnosti. Ohniště je osazeno ocelovou svařovanou vložkou o síle 5 mm. Maximum tepla se předá do vody, která se dále

odvádí do ústředního topení. Posuvný rošt a plotna jsou z litiny. Trouba má zabudovaný teploměr a ve spodní části je zásuvka na dřevo. Externí plášť je z glazurované oceli. Rám, deska a kroužky jsou z litiny. Konvekční proudění tepla boky kamen. Smaltovaná trouba. Jediná nevýhoda tohoto zařízení je, že se přívod spalovacího vzduchu nedá napojit přímo z exteriéru a nedá se na přívod vzduchu osadit automatická vzduchová klapka.

Akumulační nádrž RIKU'THERM ve verzi montáž do země.

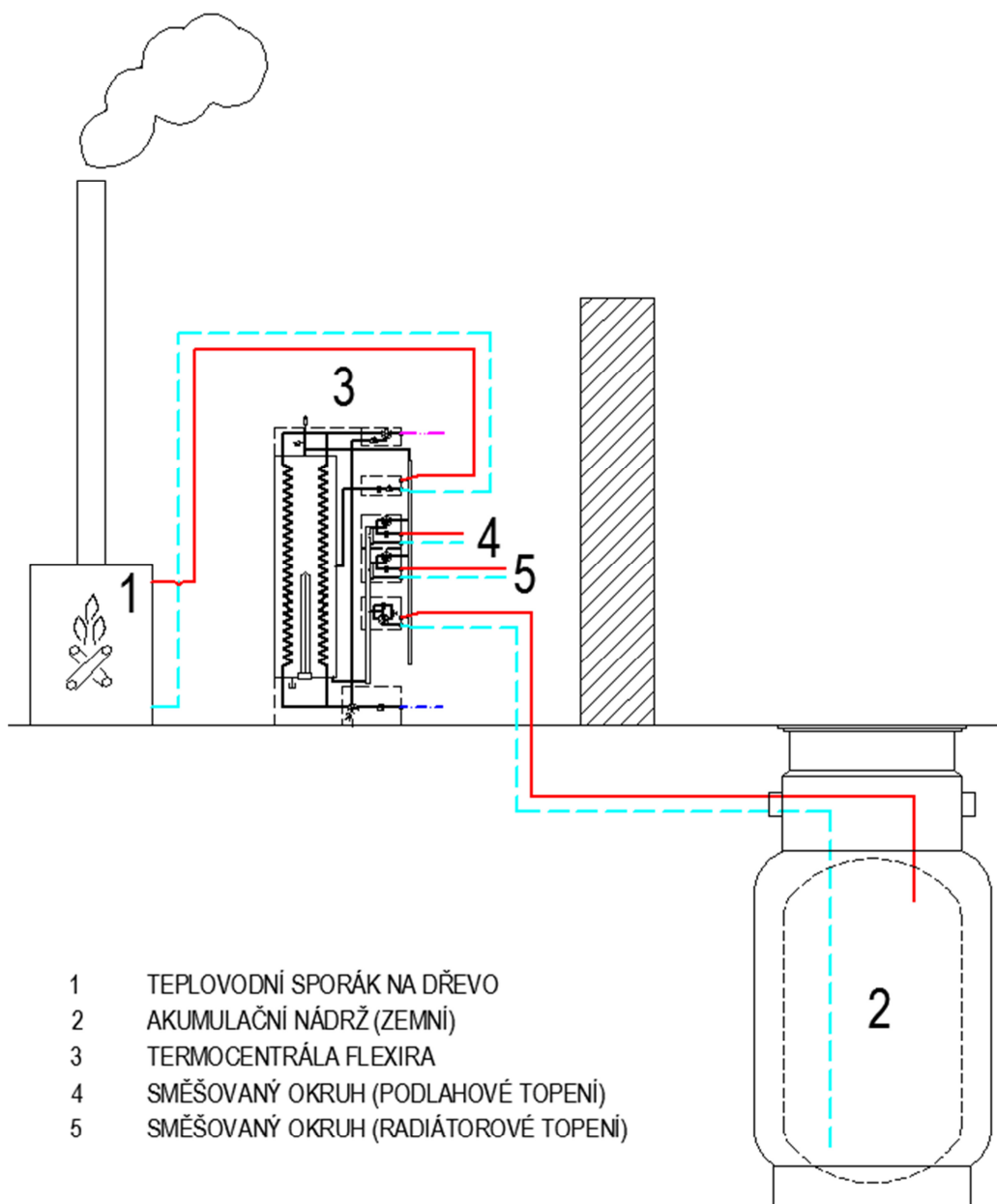
Vnitřní nádrž je ze speciálně tepelně odolného polymeru PE-RT

Tepelná izolace Compact polyuretan (PUR) plně obklopující vnitřní nádrž

Vnější plášť je vyroben z odolného polyetylénu (PE).



Robustní konstrukce celé akumulční nádrže je speciálně navržena tak, aby vydržela i zasypání do země. V případě zasypání se pouze na horní část nádrže našroubuje zesílený kryt s odšroubovatelným poklopem, který unese zatížení až 150 kg, nebo při opatření betonovou krycí vrstvou unese až 5 tun. Ochranný kryt u podzemní verze má rovněž kompaktní tepelnou izolaci z polyuretanu (PUR).



Výpočet prostorových nároků:

Rozměry termocentrály:

$$v = 1390 \text{ mm}$$

$$\text{š} = 627 \text{ mm}$$

$$h = 405 \text{ mm}$$

Samotná termocentrála zabírá 0,35 m³ obestavěného prostoru. Veškerá nutná instalace v domě se dá vměstnat do prostoru o velikosti 0,5 m³.



Umístění akumulční nádrže v zemi před zasypáním potrubí.

2.1.1 Stručná technická zpráva

1. Všeobecně:

Varianta 1 řeší ústřední vytápění rodinného domu pomocí termocentrály FLEXIRA. Zdrojem tepla bude sporák na tuhá paliva LA NORDICA - TERMOSOVRAHA D.S.A., který bude napojen do termocentrály FLEXIRA, sdružující vyrovnávací zásobník s předeřevem teplé vody, akumulční a vyrovnávací zásobník topné vody, elektrokotel, směšovač a rozdělovače topných okruhů a samostatné směšovací topné okruhy pro podlahové vytápění a otopná tělesa. Termocentrála bude instalována v podschodišťovém prostoru. Pro ukládání energie je ve venkovním prostoru v zemi uložena izolovaná plastová nádrž RIKUTHERM o objemu 300 l.

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková s nuceným oběhem teplotního média. Sekce podlahového vytápění je pouze v 1.NP a je navržena pro teplotní spád 45/38 °C, nucený oběh zabezpečuje elektronické oběhové čerpadlo, instalované v termocentrále. Sekce otopných těles je navržena pro teplotní spád 65/50 °C, nucený oběh zajišťují elektronické oběhová čerpadla, rovněž instalovaná ve FLEXIRE. Soustava je tlakově jistěna expanzní tlakovou nádobou REFLEX NG 80 o objemu 80 l s pojistným ventilem..

5. Zdroj tepla:

Pro vytápění je navržen sporák na tuhá paliva NORDICA typu TERMOSOVRAHA D.S.A. s vodním výměníkem a maximálním tepelným výkonem 9 kW do vody a 4,5 kW do vzduchu. Sporák bude napojen na termocentrálu FLEXIRA firmy AZ Pokorný. Ochranu sporáku proti nízké teplotě zajišťuje přímo centrála FLEXIRA. Ochranu sporáku proti přetopení zabezpečuje bezpečnostní ventil VAST napojený na rozvod studené vody. Náhradním zdrojem tepla bude elektrická topná spirála o výkonu 9 kW, která je integrována v termocentrále.

6. Termocentrála FLEXIRA:

Je komplexní a promyšlený systém navzájem kompatibilních, funkčně spojených komponentů, které mezi sebou plně spolupracují. Sestavu tvoří dva základní celky. Prvním je nádrž a druhým je navržená řídicí jednotka zabezpečující požadovanou funkci. Systém plně řeší rychlost nátopu topného systému pouze ze sporáku a hospodárné nakládání s již získanou energií. Hlavní předností je integrace mnoha komponentů do jednoho celku. Sestava složená z nádrže, čerpadel, rozvodů a topenářských fitinek je integrovaná uvnitř jednoho kompaktu. Každý vstup od zdroje tepla do nádrže ústí samostatně. Jednotlivé zdroje se navzájem neovlivňují. Dochází ke sčítání energie a to má pak zásadní vliv na zrychlení nátopu teplé vody nebo topné vody. V nádrži jsou umístěny výměníky pro okamžitý ohřev teplé vody a možnost čerpat energii naakumulovanou v nádrži spolu s energií dodávanou od postupně zapínaných jednotlivých zdrojů. Takto sloučenou energii je možno rozvést do jednotlivých směšovacích jednotek, samostatných topných okruhů. V dolní části nádrže je umístěna topná tyč, která díky své pozici dokáže s velkou efektivitou ohřívat topnou nebo užitkovou vodu a díky řízení výkonu daleko převyšuje možnosti externího elektrokotle. K centrále je instalována speciální řídicí jednotka, jejímž základem je špičkový regulační systém firmy SIEMENS RVS , ideálně nakonfigurovaný a odolný pro náročné požadavky zákazníka.

8. Rozvod potrubí:

Rozvod potrubí v sekci otopných těles, napojení rozdělovače podlahového vytápění a napojení sporáku se provede pájením na měkko z měděných trubek SUPERSAN. Potrubí je vedeno v podlaze a pod stropem. Odvzdušnění je zajištěno do otopných těles a do rozdělovače podlahového vytápění. Odvodnění potrubí zajišťují vypouštěcí kohouty v nejnižším místě soustavy. Na potrubí procházející stropem se provedou dilatační smyčky z nerezových vlnovcových hadic.

9. Otopná soustava:

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková s nuceným oběhem teplotního média o rozdílu teplot 45/38 °C pro sekci podlahového vytápění, 65/50 °C pro sekci otopných těles.

Otopná soustava je vybavena termocentrálou FLEXIRA a akumulací nádobou RIKUTHERM o objemu 300 l, která bude uložena do země ve venkovním prostoru. Nádoba je plastová, s vnějším pláštěm a vnitřní tepelnou izolací. Nucený oběh teplotního média zajišťují elektronická čerpadla GRUNDFOS ALPHA 2, integrovaná do topné centrály.

10. Ohřev TV:

Ohřev teplé vody zabezpečují výměníky, v topné centrále. Teplou vodu je možné připravovat sloučením energií získaných ze sporáku, elektrické spirály, nebo akumulací nádrže.

Přívod studené vody k centrále je napojen na rozvod se všemi potřebnými armaturami dle požadavků ČSN.

11. Regulace:

Regulace soustavy je kvalitativní. Na otopných tělesech vč. žebříku jsou osazeny termostatické ventily. Termostatické ventily jsou samočinné proporcionální regulační armatury určené k regulaci vnitřní teploty v místnosti.

Soustava je řízena regulačním systémem firmy SIEMENS, který řídí ekvitermní provoz v topných sekcích 1 a 2 (teplota topné vody je regulována v závislosti na venkovní teplotě a časovém programu) a zajišťuje přečerpávání energií podle potřeby.

13. Podlahové vytápění:

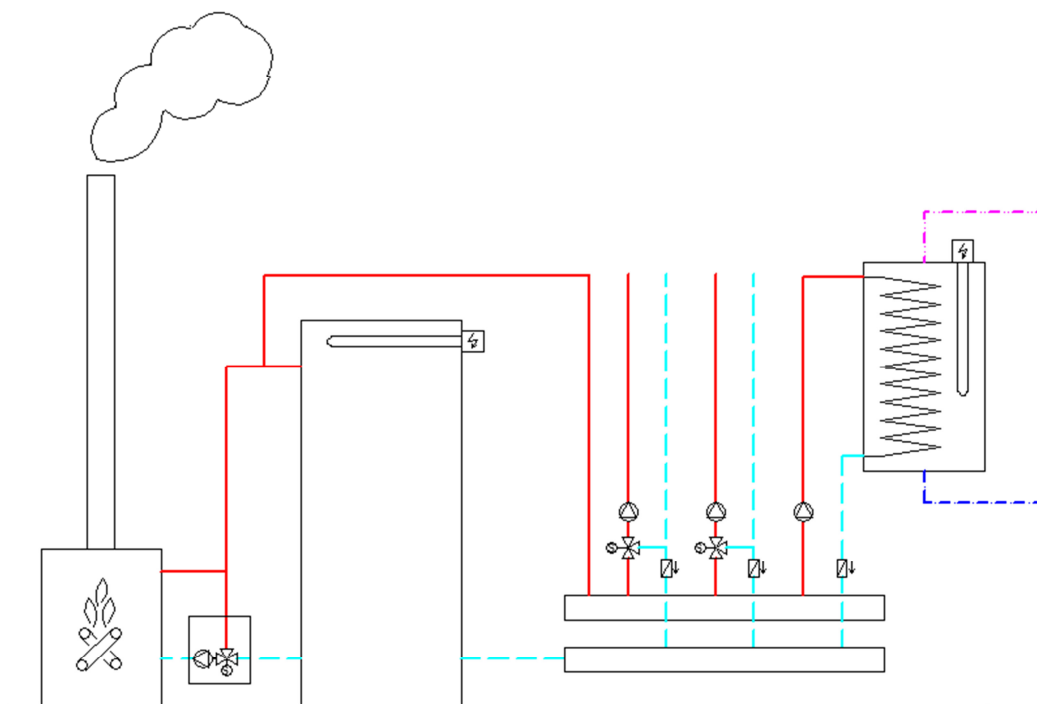
Celý systém bude teplovodní s nízkoteplotním pádem 45/38 °C. V prostorech trvalým pobytem osob nepřesáhne povrchová teplota 29 °C, v okrajových zónách 35 °C (vzdálenost 1 m od obvodových zdí) a v místech s krátkodobým pobytem osob, jako jsou koupelny, chodby a sociální zařízení 33 °C. V 1.N.P. je provedeno vytápění klasickým mokrým procesem s betonáží.

2.2 Varianta 2: Použití klasických komponentů

Jedná se o návrh maximálně podobně fungující soustavy za pomoci klasických komponentů pro vytápění, bez použití termocentrály Flexira.

Použité komponenty:

- Teplovodní sporák na dřevo
- Akumulační nádrž (ocelová volně stojící)
- Kombinovaný ohřívač teplé vody
- Rozdělovač + sběrač
- Elektrická topná tyč s jistěním
- Ladomat pro hlídání teploty vratné vody do kotle
- Čerpadla a směšovače
- Zařízení měření a regulace s ovládáním přes internet



Výpočet prostorových nároků:*Odhadovaný obestavěný prostor:*

<i>Akumulační nádrž:</i>	<i>2,0 m³</i>
<i>Ohřívač vody:</i>	<i>0,3 m³</i>
<i>Rozdělovač + sběrač včetně čerpadel a příslušenství:</i>	<i>0,15 m³</i>
<i>Skříň rozvaděče MaR+elektro:</i>	<i>0,08 m³</i>

Celkem:***2,53 m³***
+ rozvody potrubí a kabeláže

2.2.1 Stručná technická zpráva

1. Všeobecně:

Varianta 2 řeší ústřední vytápění rodinného domu klasickým zapojením. Zdrojem tepla bude sporák na tuhá paliva LA NORDICA - TERMOSOVRAANA D.S.A., který bude napojen do akumulční nádoby o objemu 300 l. Na vratném potrubí do kotle bude osazen Ladomat, který hlídá teplotu vratné vody do kotle. Jako záložní zdroj bude v horní části akumulční nádrže nainstalovaná elektrická topná tyč s tepelnou pojistkou proti přetopení.

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková s nuceným oběhem teplotnosného média. Sekce podlahového vytápění je pouze v 1.NP a je navržena pro teplotní spád 45/38 °C, nucený oběh zabezpečuje elektronické oběhové čerpadlo. Sekce otopných těles je navržena pro teplotní spád 65/50 °C, nucený oběh zajišťují elektronické oběhová čerpadla. Soustava je tlakově jištěna expanzní tlakovou nádobou REFLEX NG 80 o objemu 80 l s pojistným ventilem.

5. Zdroj tepla:

Pro vytápění je navržen sporák na tuhá paliva NORDICA typu TERMOSOVRAANA D.S.A. s vodním výměníkem a maximálním tepelným výkonem 9 kW do vody a 4,5 kW do vzduchu. Ochranu sporáku proti nízké teplotě zajišťuje přímo centrála FLEXIRA. Ochranu sporáku proti přetopení zabezpečuje bezpečnostní ventil VAST napojený na rozvod studené vody. Náhradním zdrojem tepla bude elektrická topná spirála o výkonu 9 kW, která je integrována v akunádrži.

8. Rozvod potrubí:

Rozvod potrubí v sekci otopných těles, napojení rozdělovače podlahového vytápění a napojení sporáku se provede pájením na měkko z měděných trubek SUPERSAN. Potrubí je vedeno v podlaze a pod stropem. Odvzdušnění je zajištěno do otopných těles a do rozdělovače podlahového vytápění. Odvodnění potrubí zajišťují vypouštěcí kohouty v nejnižším místě soustavy. Na potrubí procházející stropem se provedou dilatační smyčky z nerezových vlnovcových hadic.

9. Otopná soustava:

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková s nuceným oběhem teplotního média o rozdílu teplot 45/38 °C pro sekci podlahového vytápění, 65/50 °C pro sekci otopných těles.

10. Ohřev TV:

Ohřev teplé vody zabezpečuje kombinovaný zásobníkový ohřívač, který umožňuje ohřívat teplou pitnou vodu jak topnou vodou, tak pomocí elektrické topné tyče.

11. Regulace:

Regulace soustavy je kvalitativní. Na otopných tělesech vč. žebříku jsou osazeny termostatické ventily. Termostatické ventily jsou samočinné proporcionální regulační armatury určené k regulaci vnitřní teploty v místnosti.

Projekt MaR není součástí tohoto projektu a musí být řešen odborným projektantem.

13. Podlahové vytápění:

Celý systém bude teplovodní s nízkoteplotním pádem 45/38 °C. V prostorech trvalým pobytem osob nepřesáhne povrchová teplota 29 °C, v okrajových zónách 35 °C (vzdálenost 1 m od obvodových zdí) a v místech s krátkodobým pobytem osob, jako jsou koupelny, chodby a sociální zařízení 33 °C. V 1.N.P. je provedeno vytápění klasickým mokrým procesem s betonáží.

2.3 Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT)

V zadané budově je příprava teplé vody řešena prutokově. Teplá voda se ohřívá protékáním nádrže s topnou vodou. Studená voda je přiváděna zespodu do nerezového výměníku tvořeného z vlnovcových nerezových trubek namotaných uvnitř nádrže s topnou vodou o objemu 60 litrů. Teplá topná voda je do nádrže přiváděna podle teploty buď z teplovodního sporáku na dřevo, nebo z akumulací nádrže, nebo je ohřívána elektrickou topnou tyčí o výkonu 9 kW, která je umístěna přímo v nádrži. Teplota teplé vody je na výstupu hlídána ovladatelným termostatickým směšovacím uzlem.

Na teplou vodu bude napojena pouze koupelna v 1.NP obsahující vanu s umyvadlem a kuchyně, kde je osazen dřez. Vzhledem ke krátké vzdálenosti umístění jednotlivých zařizovacích předmětů od termocentrální přípravy teplé vody, není třeba navrhovat cirkulaci teplé vody.

Přepady od pojistných ventilů budou svedeny viditelně nad podlahu, která bude spádovaná do podlahové vpusti napojené do kanalizace.

Větrání v domě je řešeno přirozeným větráním okny a dveřmi, v kuchyni je osazena digestoř se samo uzavíratelnou klapkou a v koupelně v obvodové stěně je osazen odtahový ventilátor rovněž se samo uzavíratelnou klapkou.

2.4 Hodnocení navržených variant

Posouzení výhodnosti variant:

	<i>Termocentrála</i>	<i>Klasické zapojení</i>
<i>Komfort obsluhy</i>	+	-
<i>Náročnost montáže</i>	++	-
<i>Rychlost montáže</i>	++	-
<i>Nároky na prostor</i>	++	- -
<i>Vzhled</i>	++	-
<i>Využití energie</i>	+	-
<i>Ovládání přes internet</i>	+	-
<i>Cena</i>	-	+

Z uvedené tabulky vyplývá, že záleží na konkrétní stavbě a investorovi, pro jakou variantu se rozhodne. Výhody jdou jasné a nevýhody také. Záleží, na kolik si daný investor cení prostoru ve svém domě a jak moc mu záleží na vzhledu.

Termocentrála dále obsahuje speciální patentované zapojení směšovacích uzlů, díky kterému údajně nedochází k ovlivňování jednotlivých čerpadel Grundfos Alfa 2 při chodu na funkci Autoadapt. Tuto skutečnost jsem však neměl možnost nijak ověřit.

C. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY

3.1 Technická zpráva

1. Všeobecně:

Tento projekt řeší ústřední vytápění rodinného domu. Zdrojem tepla bude sporák na tuhá paliva LA NORDICA - TERMOSOVRAHA D.S.A., který bude napojen do termocentrály FLEXIRA, sdružující vyrovnávací zásobník s ohřevem teplé vody, akumulární a vyrovnávací zásobník topné vody včetně hlídání teploty vratné vody do kotle, elektrokotel, směšovač a rozdělovače topných okruhů a samostatné směšovací topné okruhy pro podlahové vytápění a otopná tělesa. Termocentrála bude instalována v podschodišťovém prostoru. Pro ukládání energie je ve venkovním prostoru v zemi uložena izolovaná plastová nádrž RIKUTHERM o objemu 300 l.

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková s nuceným oběhem teplotního média. Sekce podlahového vytápění je navržena pro teplotní spád 45/38 °C, nucený oběh zabezpečuje elektronické oběhové čerpadlo, instalované v termocentrále. Sekce otopných těles je navržena pro teplotní spád 65/50 °C, nucený oběh zajišťují elektronické oběhová čerpadla, rovněž instalovaná ve FLEXIŘE. Soustava je tlakově jištěna expanzní tlakovou nádobou REFLEX NG 80 o objemu 80 l s pojistným ventilem 200 kPa. Rozvod potrubí pro otopná tělesa a propojení topné soustavy ve 2.N.P. se provede pájením naměkko z měděných trubek SUPERSAN. Pro podlahové vytápění jsou navrženy podlahové trubky UNIVERSA. V koupelně je instalován topný žebřík KORALUX LINEAR MAX. Na závěr montážních prací se provede topná a tlaková zkouška.

2. Přehled výchozích podkladů:

- stavební výkresy a požadavky investora
- návod k instalaci sporáku TERMOSOVRAHA
- návod k instalaci termocentrály
- normy a zákonné předpisy pro návrh a následnou realizaci stavby

3. Potřeba tepla:

Podrobný výpočet tepelného výkonu byl proveden dle ČSN EN 12 831 pro nejnižší venkovní teplotu – 15 °C.

tepelný výkon domu 7 960 W

4. Klimatické a provozní podmínky místa stavby:

nejnižší venkovní teplota		– 15 °C
průměrná denní teplota venkovní teplota v topném období		3,6 °C
počet topných dnů v topném období		234
počet provozních hodin za den		16 h
počet pracovních dnů v týdnu		7
intenzivní vítr		ne
poloha budovy v krajině		nechráněná
průměrná vnitřní výpočtová teplota	provoz	20 °C
	tlumený provoz	17 °C
typ provozu		poloautomatický
provozní režim		přerušovaný

5. Zdroj tepla:

Pro vytápění je navržen sporák na tuhá paliva NORDICA typu TERMOSOVRAHA D.S.A. s vodním výměníkem a maximálním tepelným výkonem 9 kW do vody a 4,5 kW do vzduchu. Odkouření zajišťuje kouřovod napojený na samostatný komínový průduch. Sporák bude napojen na termocentrálu FLEXIRA firmy AZ Pokorný. Ochranu sporáku proti nízké teplotě zajišťuje přímo centrála FLEXIRA. Ochranu sporáku proti přetopení zabezpečuje bezpečnostní ventil VAST napojený na rozvod studené vody. Termická sonda vložená do vodního pláště sporáku při teplotě 95 °C otevře ventil a studená voda vychladí sporák. Horká voda pak vyteče přes odpadní potrubí do kanalizace. Náhradním zdrojem tepla bude elektrická topná spirála o výkonu 9 kW, která je integrována v termocentrále.

6. Termocentrála FLEXIRA:

Je komplexní a promyšlený systém navzájem kompatibilních, funkčně spojených komponentů, které mezi sebou plně spolupracují. Sestavu tvoří dva základní celky.

Prvním je nádrž a druhým je navržená řídicí jednotka zabezpečující požadovanou funkci. Topné systémy úsporně navrženého rodinného domu počítají se spotřebou v jednotkách kW a proto je šetrné nakládání s energií nezbytností. Systém plně řeší rychlost nátopu topného systému pouze ze sporáku a hospodárné nakládání s již získanou energií. Velkou pozornost je nutno věnovat stavební připravenosti, zařízení lze instalovat až po dokončení elektrických, vodo a topenářských rozvodů, vylití podlah, provedení omítek. Hlavní předností je integrace mnoha komponentů do jednoho celku. Sestava běžně složená z nádrže, čerpadel, rozvodů a topenářských fitinek je integrovaná uvnitř jednoho kompaktu. Každý vstup od zdroje tepla do nádrže ústí samostatně. Jednotlivé zdroje se navzájem neovlivňují. Dochází ke sčítání energie a to má pak zásadní vliv na zrychlení nátopu teplé vody nebo topné vody. Lze pak stanovit prioritu jednotlivých zdrojů, to v praxi znamená, že např. zatopením ve sporáku snížíme odběr tepla z dalšího zdroje až po jeho vypnutí. V nádrži jsou umístěny výměníky pro okamžitý ohřev teplé vody a možnost čerpat energii naakumulovanou v nádrži spolu s energií dodávanou od postupně zapínaných jednotlivých zdrojů. To umožňuje nejprve využívat energii naakumulovanou a předávanou zdroji tepla, které jsou šetrné k přírodnímu prostředí. Takto sloučenou energii je možno rozvést do jednotlivých směšovacích jednotek, samostatných topných okruhů. Vratná voda z každého topného okruhu je napojena na nádrž samostatně do tzv. stratifikačního prostoru.

V dolní části nádrže je umístěna topná tyč, která díky své pozici dokáže s velkou efektivitou ohřívat topnou nebo užitkovou vodu a díky řízení výkonu daleko převyšuje možnosti externího elektrokotle. K centrále je instalována speciální řídicí jednotka, jejímž základem je špičkový regulační systém firmy SIEMENS RVS , ideálně nakonfigurovaný a určený pro náročné požadavky zákazníka.

Zařízení navíc pracuje v několika režimech:

a) Při zátoku hlídá přednostně teplotu vratné vody a ve chvíli, kdy máte již částečně natopeno dokáže zvýšit průtok teplé vody do vyrovnávací nádrže a výrazně tak zkrátit dobu jejího natápění.

b) Další funkcí ve spojení se sadou bezpečnost je schopnost při přetopení, nebo výpadku energie vychladit sporák a to tak, že přebytečné teplo je převedeno do topného systému a nikoliv vypuštěno do kanalizace jak je dnes běžné. Tato funkce je vždy aktivována dříve než dojde k nucenému vychlazení kotle pomocí vychlazovací smyčky.

c) V případě výpadku elektrické energie je možno topit po dobu několika hodin, neboť celý systém je převeden do režimu úspory elektrické energie. Po výpadku elektrické energie pracuje pouze plnicí ventil kotle do akumulární nádrže, po natopení je tato energie předána do topné soustavy. Tak je možno zabezpečit teplou vodu, popřípadě vytápění objektu v nouzovém stavu bez energie.

7. Pojistné zařízení:

Pojistným zařízením je tlaková expanzní nádoba REFLEX NG 80 o objemu 80 l a tlaku 6 bar. Je napojena na akumulární nádobu a kotel pojistným potrubím přes uzavírací kohout se zajištěním. Proti překročení maximálně přípustného tlaku je otopná soustava chráněna pojistným ventilem o otevíracím přetlaku 250 kPa, instalovaným na pojistném potrubí. Hodnotu tlaku v otopné soustavě lze odečíst na kontrolním manometru.

8. Rozvod potrubí:

Rozvod potrubí v sekci otopných těles, napojení rozdělovače podlahového vytápění, napojení sporáku se provede pájením na měkko z měděných trubek SUPERSAN. Potrubí je vedeno v podlaze a pod stropem. Odvzdušnění je zajištěno do otopných těles a do rozdělovače podlahového vytápění. Odvodnění potrubí zajišťují vypouštěcí kohouty v nejnižším místě soustavy. Stoupací potrubí bude kotveno pevně pouze k podlaze, ke stěně bude

kotveno kluznými objímkami a při přechodu potrubí mezi patry budou pod stropem zhotoveny kompenzační smyčky z nerezových vlnovcových hadic, které budou vyrovnávat pohyby dřevěné stavby vlivem vlhkosti.

9. Otopná soustava:

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková s nuceným oběhem teplotního média o rozdílu teplot 45/38 °C pro sekci podlahového vytápění, 65/50 °C pro sekci otopných těles.

Otopná soustava je vybavena termocentrálou FLEXIRA a akumulací nádobou RIKUTHERM o objemu 300 l, která bude uložena do země ve venkovním prostoru. Nádobu je plastová, s vnějším pláštěm a vnitřní tepelnou izolací. Nucený oběh teplotního média zajišťují elektronická čerpadla GRUNDFOS ALPHA 2, integrovaná do topné centrály.

Parametry sekce 1 – podlahové vytápění

<i>teplotní spád</i>	<i>.....</i>	<i>45/38 °C</i>
<i>topné medium</i>	<i>.....</i>	<i>voda</i>
<i>dosazený výkon podlahového vytápění</i>	<i>.....</i>	<i>4 670 W</i>
<i>průtok topného média</i>	<i>.....</i>	<i>550 kg/h</i>
<i>minimální provozní tlak</i>	<i>.....</i>	<i>50 kPa</i>
<i>maximální provozní tlak</i>	<i>.....</i>	<i>250 kPa</i>

Parametry sekce 2 – otopná tělesa

<i>teplotní spád</i>	<i>.....</i>	<i>65/50 °C</i>
<i>topné medium</i>	<i>.....</i>	<i>voda</i>
<i>dosazený výkon otopných těles</i>	<i>.....</i>	<i>5 370 W</i>
<i>průtok topného média</i>	<i>.....</i>	<i>308 kg/h</i>
<i>minimální provozní tlak</i>	<i>.....</i>	<i>50 kPa</i>
<i>maximální provozní tlak</i>	<i>.....</i>	<i>250 kPa</i>

10. Ohřev TV:

Ohřev teplé vody zabezpečují výměníky, v topné centrále. Teplou vodu je možné připravovat sloučením energií získaných ze sporáku, elektrické spirály, nebo akumulární nádrže.

Přívod studené vody k centrále je napojen na rozvod se všemi potřebnými armaturami dle požadavků ČSN.

11. Regulace:

Regulace soustavy je kvalitativní. Na otopných tělesech vč. žebříku jsou osazeny termostatické ventily. Termostatické ventily jsou samočinné proporcionální regulační armatury určené k regulaci vnitřní teploty v místnosti. Děje se tak změnou průtoku topného média do tělesa pomocí termostatické hlavice, ovládající posun ventilové kuželky na základě teplotní roztažnosti. Termostatický ventil zamezuje přetápění místnosti a je účinným prvkem zajišťujícím úsporu tepla.

Soustava je řízena regulačním systémem firmy SIEMENS, který řídí ekvitermní provoz v topných sekcích 1 a 2 (teplota topné vody je regulována v závislosti na venkovní teplotě a časovém programu) a zajišťuje přečerpávání energií podle potřeby.

12. Otopná tělesa:

Ve 2.N.P. jsou instalována desková tělesa RADIK VK s integrovaným termostatickým ventilem a spodním připojením. Na rozvod jsou napojena pomocí rohových šroubení VEKOLUX. Do koupelny pro doplnění topného výkonu je navržen topný žebřík KORALUX LINEAR MAX, opatřený na přívodu termostatickým ventilem a na vratu uzavíratelným šroubením.

Nežádoucím zvyšování tlaku v soustavě při postupném zavírání termoventilů, či ventilů na rozdělovači podlahového vytápění je zabráněno použitím elektronických čerpadel, které přizpůsobí svůj výkon podle dynamického tlaku v otopné soustavě.

13. Podlahové vytápění:

Topný systém podlahového vytápění je navržen z komponentů systému UNIVERSA a dimenzován tak, aby splňoval normu ČSN EN 1264. Celý systém bude teplovodní s nízkoteplotním pádem 45/38 °C. V prostorech trvalým pobytem osob nepřesáhne povrchová teplota 29 °C, v okrajových zónách 35 °C (vzdálenost 1 m od obvodových zdí) a v místech s krátkodobým pobytem osob, jako jsou koupelny, chodby a sociální zařízení 33 °C. V 1.N.P. je provedeno vytápění klasickým mokrým procesem s betonáží.

Jednotlivé topné smyčky budou tvořeny z vícevrstvého potrubí SILVERNOX PE-RT 16 x 2,2. Maximální přípustná délka jedné smyčky vzhledem k tlakové ztrátě je 120 m. Pokládka topných smyček bude provedena na polystyrénovou desku a připevní se PVC příchytkami.

Všechny trubky prostupující přes dilatační dělení musí být opatřeny chráničkou v délce cca 500 mm. Stejným způsobem je potřeba opatřit i trubky na vstupu a výstupu z rozdělovačů do podlahy.

Dělení na jednotlivé topné smyčky bude zajištěno typovou sestavou rozdělovač – sběrač osazenou průtokoměry, regulačními a uzavíracími prvky a armaturami umožňující odvzdušnění, vypouštění a napouštění systému. Celá sestava bude osazena do instalační skříň. Skříň musí být osazena v odpovídající výšce (spodní hrana cca 250 mm nad čistou podlahou).

Při klasické betonáži je nutno do betonové mazaniny přimíchávat plastifikátor v odpovídajícím poměru dle údajů výrobce, který zajistí lepší tekutost směsi pro dokonalé zalití topných smyček, ale i vyšší pevnost betonové desky. Všechny topné desky musí být odděleny od okolních konstrukcí samolepící dilatační páskou o tloušťce 10 mm a výšce 160 mm. PVC fólie natavená na dilatační pásce musí být vytažena nad systémovou izolační desku, aby bránila zatečení betonové směsi pod izolační desku. Před zabetonováním budou jednotlivé okruhy natlakovány zkušebním přetlakem 0,5 MPa. Po splnění kritérií tlakové zkoušky dojde k zabetonování (zalití) podlahových ploch. Maximální přípustná plocha betonové desky při klasické betonáži by neměla překročit plochu 40 m² s maximální délkou jedné strany 8 m. V případě litých anhydritových směsí rozhodne o velikosti plochy betonové desky dodavatelská firma dle technologického postupu.

13.1. Požadavky na stavební úpravy

- zabezpečit dostatečnou výšku podlahy dle skladby.
- podkladní vyrovnávací vrstva musí být rovná, stěny omítnuté.
- připravit vhodný prostor pro umístění skříňky rozdělovače
- připojení na potrubní rozvod provést před počátkem kladení tepelné izolace.

13.2. Montáž a pomocné stavební práce

- desky tepelné izolace klást těsně vedle sebe, při použití menších tloušťek klást jednotlivé vrstvy na sebe s přesahy.
- polyetylénovou fólii vytáhnout na stěny do výše cca 150 mm, oříznout po vytvrdnutí betonové mazaniny.
- kladení hadic provádět při minimální teplotě 15 °C.
- při kladení hadic pozor na zlomení, ověřit minimální poloměr ohybu.
- hadice k trubnímu rozvodu připojit dostatečně volně.
- provést tlakovou zkoušku zkušebním tlakem 1 MPa.
- po tlakové zkoušce možno hadice zabetonovat, dbát aby byl beton i pod hadicemi

13.3. Skladba podlahy

- tepelná izolace polystyrenem, případně jiný izolační materiál s nízkou stlačitelností.
- izolace proti vodě, zabraňuje proniknutí vody a betonové směsi do tepelné izolační vrstvy.
- topný had z podlahových trubek.
- betonová mazanina je obdobná jako běžné betonové směsi, ale se speciální přísadou "plastifikátorem". V nové vrstvě vytvořit dilatační spáry tak, aby umožňovaly rozpínání podlahy. Teploty do 60 °C nemají negativní účinky na trvanlivost betonu. Čerstvě zabetonovaná plocha se musí min. 10 dnů chránit před nadměrným vysušováním. Zkušební provoz zahájit až po 21 dnech od zabetonování. Tloušťka betonové vrstvy min. 55 mm včetně dlažby.

14. Tepelné izolace:

Tepelné izolace splňují jednak požadavky na úsporu tepla a jednak slouží k útlumu hluku vznikajícího prouděním. Dodávka a provedení izolací je součástí profese vytápění. Izolace potrubí a všech zařízení bude prováděna po montáži potrubí a po tlakových zkouškách. Izolace potrubí je navržena a bude provedena v souladu s vyhláškou MPO ČR č. 193/2007. Na potrubí vytápění je navržena extrudovaná polyetylenová izolace šedé barvy montovaná pomocí lepidla. Minimální tloušťka izolace, viz tab. 1.

DN (mm)	20	25	32	40	50
<u>Tl. izolace</u> (mm)	40	40	50	40	40
Měrná ztráta (W/m)	5.1	5.8	6,6	7.1	8.2

Tab. 1. - Minimální tloušťka izolace potrubí

15. Zkoušky zařízení:

Budou provedeny dle ČSN 06 0310 oddíl 8.

15.1 Účel zkoušek

15.1.1 Každé smontované zařízení musí být před uvedením do provozu vyzkoušeno.

15.1.2 Před vyzkoušením a uvedením do provozu musí být každé zařízení propláchnuto. Propláchnutí se provádí při demontovaných škrtících clonkách, vodoměrech, měřících spotřebovaného tepla a dalších zařízení, u kterých by shromážděné nečistoty mohly vést k jejich poškození. Seřizovací armatury na větvích a stoupačkách a armatury na otopných tělesech se doporučuje nastavit při proplachování na minimální hydraulický odpor. Propláchnutí se provádí při 24 hodinovém provozu oběhových čerpadel. Na všech k tomu určených místech (vypouštění, filtry, odkalovací nádoby apod.) je nutno pravidelně odkalovat a do úplně čistého stavu. Před uvedením do provozu se musí zabudovat demontované prvky, provést nastavení seřizovacích armatur a armatur na otopných tělesech a naplnit zařízení vodou podle normy ČSN 07 7401 nebo ČSN 38 3350. Vyčištění a propláchnutí soustavy je součástí montáže, o jeho provedení musí být proveden zápis.

15.1.3 Druhy zkoušek ústředního vytápění:

- zkouška těsnosti,*
- zkoušky provozní.*

Provozní zkoušky lze provádět pouze po úspěšně vykonané zkoušce těsnosti. Zkoušky těsnosti a provozní jsou součástí dodávky dodavatele otopné soustavy.

15.2 Zkouška těsnosti

15.2.1 Zkoušky těsnosti se provádí před zazděním drážek, zakrytím kanálů a prováděním nátěrů a izolací.

15.2.2 Vodní tepelné soustavy se zkoušejí vodou na nejvyšší dovolený přetlak určený v projektu pro danou část zařízení. Soustava se naplní vodou, řádně se odvzdušní a celé zařízení (všechny spoje, otopná tělesa, armatury atd.) se prohlédne, přičemž se nesmí projevovat viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna nejméně 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Výsledek zkoušky se považuje za úspěšný, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti, nebo neprojeví-li se znatelný pokles hladiny v expanzní nádobě.

15.2.5 Zdroje tepla, výměníky a ohříváče zkouší výrobce a podmínky zkoušky uvádí v průvodní dokumentaci výrobku.

15.2.7 Vnitřní potrubní rozvody uložené, na nekontrolovatelných místech se zkoušejí tak, že po napuštění dané části vodou se dosáhne zkušební přetlak, který se nárazově sníží na atmosférický tlak. Po novém dosažení zkušebního přetlaku se prohlédne zkoušená část potrubních rozvodů a nesmí se projevit viditelné netěsnosti. Přetlak se udržuje po dobu 30 minut. Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, jestliže se při této prohlídce neobjeví netěsnosti. Pokud se objeví při tlakové zkoušce netěsnosti, musí se odstranit a tlaková zkouška se opakuje. Horizontální otopné soustavy se zkouší před montáží příček daného podlaží. Po skončení montáže ústředního vytápění v celém objektu provede se ještě tlaková zkouška těsnosti, při které se odzkoušejí všechny v předcházejících zkouškách neozkoušené části zařízení. Zkušební přetlak se volí pro ocelové potrubí 0,9 MPa, pro jiné potrubí jej určí dodavatel potrubí.

15.2.8 Voda ke zkoušce těsnosti nesmí být teplejší než 50 °C.

15.2.9 Zkoušky se provádějí za účasti zástupce investora a musí být potvrzeny protokolem o zkoušce.

15.3 Provozní zkoušky

15.3.1 Provozní zkoušky se dělí na zkoušky:

- dilatační*
- topné*

15.3.2 Dilatační zkouška se provádí před zazdění drážek, zakrytím kanálů a provedením tepelných izolací. Při této zkoušce se teplotnosná látka ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté se tento postup ještě jednou opakuje. Zjistí-li se pak po podrobné prohlídce netěsnosti zařízení, popř. jiné závady, je nutno zkoušku po provedené opravě opakovat. Tuto zkoušku je možno provést v každé roční době. Výsledek zkoušky se zapíše do stavebního deníku nebo se provede samostatný zápis. Zkouška se provádí za účasti zástupce investora. Možnost upuštění od této zkoušky musí být dohodnuta mezi dodavatelem a odběratelem za předpokladu splnění podmínek daných 15.2.1 a' 15.2.9 a 15.3.3 a 15.3.6.

15.3.3 Topné zkoušky se provádějí za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Kontroluje se zejména:

- a) správná funkce armatur,*
- b) rovnoměrné ohřívání otopných těles,*
- c) dosažení technických předpokladů projektu (teploty, tlaky, rozdíl teplot, rozdíl tlaků atd.)*
- d) správné funkce regulačních a měřících zařízení,*
- e) správné funkce zabezpečovacích zařízení, havarijních opatření a poruchových signalizací,*
- f) zda instalované zařízení svým výkonem kryje projektované potřeby tepla,*
- g) nejvyšší výkon zdrojů tepla,*
- h) výkon zdroje tepla při přípravě teplé užitkové vody při maximálním odběru vody podle projektu (odběr vody sledovat alespoň vodoměrem na přívodu studené vody do ohříváčů),*
- i) dosažení požadované účinnosti a ověření emisních limitů.*

15.3.4 Zařízení ústředního vytápění lze považovat za způsobilé pro spolehlivý, hospodárný a bezpečný provoz a topnou zkoušku za úspěšnou, jestliže:

- a) zařízení splňuje požadavky ČSN 06 0310.*
- b) zařízení splňuje požadavky ČSN 06 0830,*

- c) výkon otopných těles zajistí výpočtovou vnitřní teplotu
- d) soustava je seřízena podle projektové dokumentace.

e) v průběhu topné zkoušky byla ověřena funkce automatické regulace, její spolehlivost a regulační schopnost byla ověřena předtím samostatnou zkouškou při simulování všech možných provozních stavů, především havarijních a těch, které nastávají v přechodných měsících při vyšších venkovních teplotách. O průběhu této samostatné zkoušky se sepíše rovněž protokol. V protokolu se musí uvést hodnoty, na které je regulace, signalizace a zejména havarijní zabezpečení nastaveno.

15.3.5 Topná zkouška u zařízení s výkonem větším než 100 kW trvá 72 hodin bez delších provozních přestávek (zpravidla do 60 minut celkem) a v jejím průběhu se dodržují normální provozní podmínky zkoušeného zařízení.

U menších zařízení je dovoleno topnou zkoušku zkrátit podle 15.3.7.

15.3.6 Topnou zkoušku je možno provádět pouze v průběhu otopného období v dokončené etapě stavby (objektu) po odstranění všech stavebních nedostatků. Pokud se zařízení zkouší mimo topné období, provede se topná zkouška v termínu podle dohody mezi investorem, provozovatelem a dodavatelem.

15.3.7 U soustavy do 100 kW se smí topná zkouška provádět i mimo otopnou sezónu. Musí trvat nejméně 24 hodin. Zkouška se pokládá za úspěšnou, u soustav s nuceným oběhem, při rovnoměrném prohřívání všech otopných těles.

16. Ochrana životního prostředí:

Rodinný dům se nachází v lokalitě určené pro výstavbu rodinných domků. Při výstavbě nevznikne žádný nebezpečný odpad. Odpady vzniklé při stavebních pracích budou tříděny dodavatelem stavby na jednotlivé druhy během provádění stavebních prací. Vzniklé odpady budou odváženy osobami oprávněnými k nakládání s odpady. Dále bude vedena průběžná evidence odpadů, které vzniknou při výstavbě, odpad vhodný k recyklaci bude přednostně využit k recyklaci – nutno doložit ke kolaudaci doklad a dále bude doložen ke kolaudaci doklad o předání dalších odpadů k využití či odstranění. Investor uzavře smlouvu s dodavatelem stavebních prací tak, že dodavatelé budou veškerý odpad vzniklý při stavbě zpětně odebírat a likvidovat v souladu s platnými zákony. Případný nebezpečný odpad bude likvidován organizací mající oprávněný k nakládání s nebezpečným odpadem.

17. Bezpečnost a ochrana zdraví:

Veškeré práce budou provedeny odborně dle příslušných a souvisejících norem ČSN.

Při montážních pracích nutno dodržovat platné předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví, dle vyhlášky 309/2006 sb. a nařízení vlády č. 591/2006 sb.

Lukov: Prosinec 2014

Vypracoval: Bc. Eduard Blažek

3.2 Výpočet tepelného výkonu

Výpočet budovy

Stavba:

Místo:

Zadavatel:

Zpracovatel:

Zakázka:

Archiv:

Projektant:

Datum:

E-mail:

Telefon:

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

$t_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_{ib} = 19,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $n_{50} = 5,0$ systém rozměrů: E - vnější

podl.	č.m.	účel	úsek	t_i °C	V_{me} m^3	A_{pe} m^2	V_{mi} m^3	A_{pi} m^2	Φ_{Vm} W	Φ_{Im} W	Φ_{HLm} W	Q_{cm} W	q_{cm} $W.m^{-2}$
ÚSEK 1													
1	101	Chodba	1	20	37,2	13,8	28,9	11,2	147	135	528	528	58,2
1	102	Pokoj	1	20	44,7	16,6	33,2	12,9	198	375	857	857	66,5
1	103	Koupelna	1	24	23,2	8,6	15,3	5,9	301	322	754	754	93,6
1	104	Obývací pokoj	1	20	94,6	35,0	72,2	28,0	430	941	1 987	1 987	71,0
2	201	Chodba	1	20	25,8	10,6	20,6	8,7	105	198	494	494	55,4
2	202	Pokoj	1	20	76,6	31,4	61,3	24,9	365	838	1 750	1 750	70,2
2	203	Pokoj	1	20	87,4	35,8	69,9	28,7	370	913	1 914	1 914	69,2
2	204	WC	1	20	4,5	1,9	3,4	1,4	46	28	74	74	42,2
Σ úsek 1					389,4	151,6	301,4	120,3	1762	3 550	7 959	7 959	

Legenda

Φ_{Vm} - návrhová tepelná ztráta místnosti větráním

Φ_{HLm} - celkový návrhový tepelný výkon místnosti

$Q_{cm} = \Phi_{HLm} + Q_z$

Φ_{Im} - návrhová tepelná ztráta místnosti prostupem tepla

3.3 Výpočet podlahového vytápění



Podlahové vytápění

Seznam místností

Zakázka číslo:
Název:
Adresa:

Trubka : PE 16x2,2
Vstupní teplota : 45.0 °C

Číslo místnosti	Název místnosti	t _i (°C)	S (m ²)	Q _r (W)	Výkon (W)	Rozteč (mm)	Okrajová zóna Plocha	Rozteč
101	Chodba	20	7,6	600,	600,	150,		
102	Pokoj	20	12,9	900,	900,	200,	6,2	100,
103	Koupelna	24	4,4	800,	418,	100,		
104	Obývací pokoj	20	22,7	2 000,	2 000,	200,	9,0	100,
Celkem za patro 1 :			47,6	4 000,	3 918,			
Celkem za zakázku :			47,6	4 000,	3 918,			



Podlahové vytápění

Seznam okruhů

Zakázka číslo:
Název:
Adresa:

Trubka : PE 16x2,2
Vstupní teplota : 45.0 °C

Číslo místnosti	Název místnosti	Rozdělovač	Okruh	Délka (m)	Přívody (m)	Délka celkem (m)	Rozteč (mm)	Výkon (W)	m (l/min)	• P (Pa)	v (m.sž)
101	Chodba	1	1	50,2	6,0	56,2	150	695,	0,6	355,	0,00
102	Pokoj	1	2	98,9	6,0	104,9	200	1 127,	1,3	6 662,	0,20
103	Koupelna	1	3	44,0	2,0	46,0	100	509,	0,6	1 114,	0,10
105	Obývací pokoj	1	4	53,6	14,0	67,6	200	828,	2,4	14 584,	0,40
		1	5	63,6	14,0	77,6	200	840,	2,4	16 528,	0,40
		1	6	48,2	14,0	62,2	200	774,	2,2	12 195,	0,30
Celkem za patro 1 :						414,4	4 773,				
Celkem za zakázku:						414,4	4 773,				



Podlahové vytápění

Podrobná specifikace okruhů

Zakázka číslo:
Název:
Adresa:

Trubka : PE 16x2,2
Vstupní teplota : 45.0 °C

Číslo rozdělovače	Číslo okruhu	Číslo a název místnosti	délka (m)	Rozteč (mm)	Ost. přívody (m)	Přívody celkem (m)	I (l/min)
1	1	<u>Celkem:</u>	56,2		6,0	6,0	0,3
		101 Chodba	50,2	150			
1	2	<u>Celkem:</u>	104,9		6,0	6,0	1,3
		102 Pokoj	98,9	200			
1	3	<u>Celkem:</u>	46,0		2,0	2,0	0,6
		103 Koupelna	44,0	100			
1	4	<u>Celkem:</u>	67,6		2,0	14,0	2,4
		105 Obývací pokoj	53,6	200			
		101 Chodba	12,0	v izolaci 100			
1	5	<u>Celkem:</u>	77,6		2,0	14,0	2,4
		105 Obývací pokoj	63,6	200			
		101 Chodba	12,0	v izolaci 100			
1	6	<u>Celkem:</u>	62,2		2,0	14,0	2,2
		105 Obývací pokoj	48,2	200			
		101 Chodba	12,0	v izolaci 100			

3.4 Výpis otopných těles

Teplotní spád podlahové topení: 45/38 °C

Teplotní spád otopná tělesa: 65/50 °C

Číslo místnosti	Účel místnosti	Teplota m. [°C]	Tepelný výkon [W]	Otopná tělesa	Dosazený výkon [W]
101	Chodba	20	528	PT	600
102	Pokoj	20	857	PT	900
103	Koupelna	20	754	PT + KLC 1920.600	418+650
104	Obývací pokoj	20	1987	PT	2000
201	Chodba	20	494	VK 11 090 040 1x	450
202	Pokoj	20	1750	VK 22 060 090 2x	2020
203	Pokoj	20	1914	VK 22 060 100 2x	2240
204	WC	20	74	-----	0

** PT – podlahové topení*

** VK – otopné těleso ventil kompaktní*

3.5 Výpočet potřeby energie a paliva pro vytápění

3.5.1 Vytápění elektrickou energií

Potřeba energie a paliva

Stavba:	Rodinný dům	Zadavatel:
Místo:		
Zpracovatel:		
Zakázka:		Archiv:
Projektant:		Datum:
E-mail:		Telefon:

Do výpočtu jsou zahrnuty všechny úseky

Tepelný výkon bez zátopového výkonu	Q =	5 311 W
Výpočtová venkovní teplota	t_e =	-15 °C
Průměrná vnitřní teplota	t_{is} =	19,0 °C
Počet topných dnů	d =	230
Střední teplota venkovního vzduchu	t_{es} =	4,0 °C
Vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot	f_1 =	0,75
Vliv režimu vytápění	f_2 =	0,84
Vliv zvýšení vnitřní teploty	f_3 =	1,07
Vliv regulace	f_4 =	1,04
Palivo	Elektrická energie	

Účinnost systému η = 97,0 %

Rozložení potřeby energie E_v a paliva B_v

měsíc	počet dnů	t_{es} °C	E_v kWh	E_v GJ	E_v %	E kWh
8	0	15,0	0	0,0	0,0	0,0
9	7	13,8	96	0,3	1,1	98,6
10	31	8,9	823	3,0	9,1	848,4
11	30	3,5	1 222	4,4	13,5	1 259,9
12	31	-0,2	1 564	5,6	17,3	1 612,7
1	31	-2,2	1 727	6,2	19,1	1 780,7
2	28	-0,4	1 428	5,1	15,8	1 471,8
3	31	3,6	1 255	4,5	13,9	1 293,5
4	30	9,1	781	2,8	8,6	804,7
5	10	13,4	147	0,5	1,6	151,7
6	0	15,0	0	0,0	0,0	0,0
	229		9 042	32,6	100,0	9 322,2

E_v - potřeba energie

E - potřeba elektrické energie

3.5.2 Vytápění dřevem

Potřeba energie a paliva

Stavba:

Místo:

Zadavatel:

Zpracovatel:

Zakázka:

Archiv:

Projektant:

Datum:

E-mail:

Telefon:

Do výpočtu jsou zahrnuty všechny úseky

Tepelný výkon bez zátapového výkonu	$Q =$	5 311 W
Výpočtová venkovní teplota	$t_e =$	-15 °C
Průměrná vnitřní teplota	$t_{is} =$	19,0 °C
Počet topných dnů	$d =$	230
Střední teplota venkovního vzduchu	$t_{es} =$	4,0 °C
Vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot	$f_1 =$	0,75
Vliv režimu vytápění	$f_2 =$	0,84
Vliv zvýšení vnitřní teploty	$f_3 =$	1,07
Vliv regulace	$f_4 =$	1,04
Palivo	Dřevo 30% vlhkost	
Výhřevnost	$H =$	12,8 MJ/kg
Účinnost systému	$\eta =$	85,0 %

Rozložení potřeby energie E_v a paliva B_v

měsíc	počet dnů	t_{es} °C	E_v kWh	E_v GJ	E_v %	B_v		
						kg	kWh	GJ
8	0	15,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	7	13,8	96	0,3	1,1	31,7	112,6	0,4
10	31	8,9	823	3,0	9,1	272,3	968,1	3,5
11	30	3,5	1 222	4,4	13,5	404,4	1 437,8	5,2
12	31	-0,2	1 564	5,6	17,3	517,6	1 840,4	6,6
1	31	-2,2	1 727	6,2	19,1	571,5	2 032,1	7,3
2	28	-0,4	1 428	5,1	15,8	472,4	1 679,6	6,0
3	31	3,6	1 255	4,5	13,9	415,2	1 476,1	5,3
4	30	9,1	781	2,8	8,6	258,3	918,3	3,3
5	10	13,4	147	0,5	1,6	48,7	173,2	0,6
6	0	15,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	229		9 042	32,6	100,0	2 992,0	10 638,2	38,3

E_v - potřeba energie

B_v - potřeba paliva a energie na vstupu

Potřeba energie pro vytápění je při využití elektrické energie 9 322 kWh a při využití dřeva o vlhkosti 30% 10 638 kWh což odpovídá přibližně hmotnosti 3 000 kilogramů.

3.6 Výpočet potřeby teplé vody

Ohřev teplé vody

$t_1 =$ °C $\rho =$ kg/m³
 $t_2 =$ °C $c =$ J/kgK
 $V_{2p} =$ m³/den
 Koeficient energetických ztrát systému $z =$

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody v létě $t_{svl} =$ °C
Teplota studené vody v zimě $t_{svz} =$ °C
Počet pracovních dní soustavy v roce $N =$ [dny]

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

$Q_{TUV,r} = \{$
 29 GJ/rok
 8.1 MWh/rok

Výpočet potřeby teplé vody [9]

$$\frac{\text{Denní potřeba tepla}}{\text{Výkon el.topné tyče}} = \frac{25,7 \text{ kWh}}{9 \text{ kW}} = 2,85 \text{ hod} = 2 \text{ hod a } 51 \text{ minut}$$

Normovanou potřebu vody 82 litrů na osobu a den pro čtyřčlennou rodinu je termocentrála schopna připravit za 2 hodiny a 51 minut.

3.7 Výpočet tlakové expanzní nádoby

Tlaková expanzní nádoba

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon $Q_p = 18 \text{ kW}$

Maximální teplota otopné vody $t_{max} = 90 \text{ °C}$

Součinitel zvětšení objemu $n = 0.035$
při $(t_{max} - 10 \text{ °C})$

Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy

	Konstrukční přetlak p_{rx}	Výška nad MR h_{MR}
Čerpadlo	600 kPa	0 m
Kotel	400 kPa	0 m
Otopné těleso	400 kPa	-3.0 m
Jiné zařízení	300 kPa	-3.0 m

Konstrukční přetlak soustavy (v MR) $p_k = 271 \text{ kPa}$

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy $h = 5 \text{ m}$

Nejnižší pracovní přetlak soustavy $p_d = 100 \text{ kPa}$

Nejvyšší pracovní přetlak soustavy $p_{h,dov} = 250 \text{ kPa}$

Vodní objem otopné soustavy

Kotel $V_k = 71 \text{ l}$

Potrubí $V_p = 130 \text{ l}$

Otopná tělesa $V_{OT} = 50 \text{ l}$

Ostatní zařízení $V_{ost} = 300 \text{ l}$

$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 551 \text{ l}$

Výsledky

Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby $V_{et} = 59.9 \text{ l}$

Vnitřní průměr pojistného potrubí $d_v = 12.55 \text{ mm}$

Nejnižší přetlak soustavy $p_{d,dov} = 54 \text{ kPa}$

$p_d > p_{d,dov} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

$p_k > p_{h,dov} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

PV - pojistný ventil

MR - manometrická rovina; rovina, ke které se vztahují přetlaky v otopné soustavě (většinou ve výšce 1.5 m nad podlahou)

NB - neutrální bod; místo napojení expanzního zařízení (expanzní nádoby)

B - nejvyšší bod soustavy - nejvyšší místo otopné soustavy

Výpočet tlakové expanzní nádoby [11].

Navrhuji expanzní nádobu o objemu 80 litrů.

3.8 Výpočet pojistného ventilu:

Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
<input type="radio"/> výměník tepla	A1	$T_1 < 100$	voda	voda
<input checked="" type="radio"/> kotel	A2	$100 < T_1 < t_{2x}$	voda	směs
	A3	$100 \leq t_{2x} \leq T_1$	pára	pára
	<input checked="" type="radio"/> B		pára	pára

T_1 - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu

t_{2x} - teplota ohřívání vody na mezi odparu při přetlaku p_{ot}

Výpočtové parametry pojistných ventilů: DUCO MEIBES						
jmenovitá světlost DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průtočný průřez S_o [mm ²]	113	176	380	804	1017	1589
výtokový součinitel α_w [-]	0,444	0,565	0,684	0,693	0,549	0,576

Poznámka: Přednastavené hodnoty průtočného průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

$p_{ot} = 250$ kPa ... otevírací přetlak pojistného ventilu

$Q_n = 9$ kW ... jmenovitý výkon zdroje tepla

$S_o = 18$ mm² ... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu

1/2" x 3/4" KD ... navržený pojistný ventil

$S_o = 113$ mm² ... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu

$d_1 = 19$ mm ... minimální vnitřní průměr vstupního pojistného potrubí

$d_2 = 19$ mm ... minimální vnitřní průměr výstupního pojistného potrubí

Poznámka: Na vypočtený vnitřní průměr pojistného potrubí se v případě napojení pohlíží pouze orientačně. Dimenze potrubí musí vyhovovat podmínce, aby tlaková ztráta pojistného potrubí před pojistným ventilem nepřesáhla hodnotu $0,03 \cdot p_{ot}$ a celková ztráta pojistného potrubí nepřesáhla hodnotu $0,10 \cdot p_{ot}$.

Teorie výpočtu:

průřez sedla pojistného ventilu je stanoven ze vztahu: $S_o = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_w \cdot \sqrt{p_{ot}}} \text{ [mm}^2\text{]} \dots \text{ pro vodu}$

$$S_o = \frac{Q_p}{\alpha_w \cdot K} \text{ [mm}^2\text{]} \dots \text{ pro páru}$$

kde pojistný výkon $Q_p = 2 \cdot Q_n \text{ [kW]} \dots \text{ pro výměníky skupiny A2}$

$Q_p = Q_n \text{ [kW]} \dots \text{ pro ostatní zdroje}$

vnitřní průměr pojistného potrubí: $d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p} \text{ [mm]} \dots \text{ pro případ kdy nemůže dojít k vývinu páry}$

$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} \text{ [mm]} \dots \text{ pro případ kdy dochází k vývinu páry}$

Konstanta $K \text{ [kW} \cdot \text{mm}^{-2}\text{]}$ je závislá na stavu syté vodní páry a určí se podle následující tabulky:

$p_{ot} \text{ [kPa]}$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000
$K \text{ [kW} \cdot \text{mm}^{-2}\text{]}$	0,5	0,67	0,82	0,97	1,12	1,26	1,41	1,55	1,69	1,83	1,97	2,1	2,37	2,64	2,91	3,18

Navrhuji dva pojistné ventily **DUCO MEIBES 1/2" x 3/4" KD, otevírací přetlak 250 kPa**. Jeden bude osazen na výstupu teplé topné vody ze sporáku LA NORDICA - TERMOSOVRAHA D.S.A. a druhý bude osazen nahoře na termocentrále na výstupu topné vody z výměníku, ve kterém je osazena elektrická topná spirála 9 kW.

3.9 Porovnání ročních nákladů na energie

Lokalita domu - klimatická data

Klimatická oblast	Vsetín ▼
Venkovní výpočtová teplota t_e	-15 °C
Průměrná venkovní teplota t_{es}	3.6 °C
Délka otopného období d	236 dny

Charakteristika domu a jeho využití

Celková tepelná ztráta	5,311 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi ▼
Podlahová plocha A	150 m ²
Objem budovy V	388 m ³
Intenzita výměny vzduchu n	0.4 h ⁻¹

Příprava teplé vody

Počet osob n	4
Množství ohřívání vody	50 l/os.den
Počet dnů přípravy teplé vody N	365
teplá voda ohřívána energií na vytápění ▼	
<input type="checkbox"/> Používá se solární předehřev	
Úspora tepla (solární podíl) f	40 %

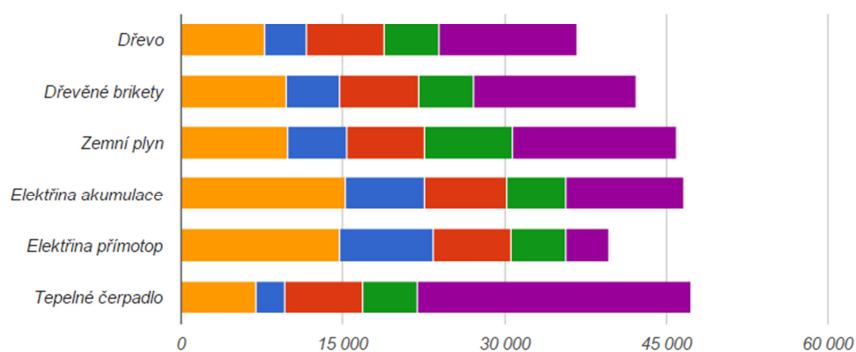
Spotřeba elektrické energie (ostatní spotřebiče)

Distribuční území	ČEZ ▼
D45d ▼	jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně ▼
VT	2.70736 Kč/kWh
NT	2.22452 Kč/kWh
	424 Kč/měsíc

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok-1]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Dřevo <input checked="" type="checkbox"/>	3.5 /kg	3 311 kg	7 757	3 833	7 263	5 088	12800	36 741
Zplynovací kotel na dřevo ▼ 86 %	/měsíc							
Dřevěné brikety <input checked="" type="checkbox"/>	4.8 /kg	3 073 kg	9 771	4 978	7 263	5 088	15167	42 267
Klasický kotel na dřevo s AKU nádrží ▼ 78 %	/měsíc							
Zemní plyn <input checked="" type="checkbox"/>	1.29573 /kWh	1 122 m ³	9 901	5 436	7 263	8 100	15283	45 983
Kondenzační kotel ▼ 102 %	251 /měsíc	11 837 kWh						
RWE Energie, a.s. ▼								
Elektřina akumulace <input checked="" type="checkbox"/>	NT 1.83006 /kWh	12 320 kWh	15 188	7 358	7 686	5 436	11000	46 669
Teplovodní akumulční nádrže ▼ 95 %	VT 3.1717 /kWh							
D26d ▼ jistič nad 3x32 A do 3x40 A včetně ▼	453 /měsíc							
Elektřina přímotop <input checked="" type="checkbox"/>	NT 2.22452 /kWh	10 495 kWh	14 764	8 583	7 263	5 088	4000	39 697
Podlahové elektrické plochy ▼ 99 %	VT 2.70736 /kWh							
D45d ▼ jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně ▼	424 /měsíc							
Tepelné čerpadlo <input checked="" type="checkbox"/>	NT 2.22089 /kWh	4 334 kWh	6 974	2 651	7 230	5 088	25417	47 360
Vzduch/voda ▼ Top. faktor: 3.2	VT 2.59483 /kWh							
D56d ▼ jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně ▼	424 /měsíc							



Potřeba energie na vytápění a teplou vodu 11 550 kWh/rok, spotřeba elektrické energie pro ostatní spotřebiče 3 229 kWh/rok



Grafické znázornění ceny nákladů podle jednotlivých energií [12]

Z uvedeného grafu je patrné, že kombinace vytápění dřevem a elektrickou energií je, při zohlednění všech kritérií uvedených paliv, nejvýhodnější.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout co možná nejlepší způsob vytápění rodinného srubového domu z hlediska uživatelského komfortu, prostorových nároků a ekonomiky provozu.

Všechna tato hlediska splňuje námi vyvíjená termocentrála flexira, a to možností ovládání přes internet, možností umístění akumulární nádrže do země mimo objekt a možností přípravy teplé pitné vody pouze pomocí ekologického zdroje na dřevo.

Experimentálně bylo změřeno a ověřeno, že termocentrála ve spojení s teplovodním krbem na dřevo zvládne připravit za hodinu 500 litrů teplé pitné vody o teplotě 45 °C.

Bylo provedeno posouzení výhodnosti termocentrály oproti klasickému zapojení bez termocentrály.

V technickém řešení vybrané varianty bylo navrženo vytápění rodinného roubeného domu. A provedeno porovnání ročních nákladů na vytápění. Na též projektu byl po realizaci proveden záznam online trendu, který umožňuje správa na dálku přes internetové připojení, a vymodelován graf průběhu teplot se spínáním jednotlivých čerpadel.

Pro zvýšení komfortu a šetření tepla je vhodné používat krby a krbové vložky s možností samostatného přívodu spalovacího vzduchu z venkovního prostředí. Při takovém zapojení nedochází k odsávání a spalování teplého vzduchu z místnosti a nedochází k nežádoucímu samovolnému větrání místnosti, když krb nehoří. Na toto potrubí je možno osadit automatickou vzduchovou klapku, která slouží jako prevenční opatření před spuštěním vychlazovací smyčky. Otevírá se a přivírá v závislosti na teplotě vody v krbu, nebo se úplně zavře, přičemž krb přestane hořet. K uzavření klapky dojde i okamžitě po výpadku elektrického proudu a nemusí tak nutně dojít k přetopení krbu.

Termocentrálu ve spojení pouze s krbem je vhodné používat u rodinných domků o tepelné ztrátě do cca 10 kW. U objektů s větší tepelnou ztrátou je výhodnější použít termocentrálu ve spojení s krbem a plynovým kotlem, který zabezpečí kontinuální dodávku tepla.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

	Značka	Jednotka	Význam
c	$[J/kg.K]$		<i>měrná tepelná kapacita</i>
t	$[^{\circ}C]$		<i>teplota</i>
m	$[kg/h]$		<i>hmotnostní průtok</i>
E	$[Wh]$		<i>energie</i>
E_p	$[Wh]$		<i>energie potřebná</i>
η	$[-]$		<i>účinnost</i>
P	$[W]$		<i>příkon</i>
T	$[hod]$		<i>čas</i>
t_i	$[^{\circ}C]$		<i>teplota interiéru</i>
V	$[m^3]$		<i>objem místnosti</i>
A	$[m^2]$		<i>plocha podlahy místnosti</i>
Q	$[W]$		<i>tepelný výkon místnosti</i>
q	$[W/m^2]$		<i>měrný tepelný výkon místnosti</i>
V_{2p}	$[m^3/den]$		<i>spotřeba teplé vody za den</i>
z	$[-]$		<i>koeficient energetických ztrát systému</i>
$Q_{TUV,d}$	$[Wh]$		<i>denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody</i>
t_{svl}	$[^{\circ}C]$		<i>teplota studené vody v létě</i>
t_{svz}	$[^{\circ}C]$		<i>teplota studené vody v zimě</i>
N	$[dny]$		<i>počet pracovních dní soustavy v roce</i>

$Q_{TUV,r}$	[MWh/rok]	potřeba tepla za rok
Q	[W]	tepelný výkon bez zátopového výkonu
t_e	[°C]	výpočtová venkovní teplota
t_{is}	[°C]	průměrná vnitřní teplota
d	[dny]	počet topných dnů
t_{es}	[°C]	střední teplota venkovního vzduchu
f_1	[-]	vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot
f_2	[-]	vliv režimu vytápění
f_3	[-]	vliv zvýšení vnitřní teploty
f_4	[-]	vliv regulace
H	[MJ/kg]	výhřevnost paliva
η	[-]	účinnost systému

UT	ústřední topení
ZTI	profese zdravotní technika
VZT	profese vzduchotechnika
MaR	profese měření a regulace
TV	teplá pitná voda

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TEPLA DOMOVA. ŽIJTE S PŘÍRODOU. [online]. 30.10.2012 [cit. 2014-12-31]. Dostupné z: <http://www.sruby-roubenky.cz/teplo-domova.html>
- [2] Z HISTORIE SRUBOVÝCH STAVEB. ŽIJTE S PŘÍRODOU. [online]. 7.10.2007 [cit. 2014-12-31]. Dostupné z: <http://www.sruby-roubenky.cz/z-historie-srubovych-staveb.html>
- [3] PŘÍRODNÍ IZOLACE Z OVČÍ VLNY. ŽIJTE S PŘÍRODOU. [online]. 27.9.2010 [cit. 2014-12-31]. Dostupné z: <http://www.sruby-roubenky.cz/izolace-z-ovci-vlny.html>
- [4] WOODCHINK. WOODCHINK. [online]. [cit. 2014-12-31]. Dostupné z: <http://www.woodchink.eu/hu/component/content/category/2-woodchink-cz>
- [5] ČESKÉ STAVBY. Krby a kachlová kamna jsou nadčasovou investicí. [online]. 9.1.2013 [cit. 2014-12-31]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/krby-kachlova-kamna-jsou-nadcasovou-investici-21699.html>
- [6] ČSN EN 12828+A1. TEPELNÉ SOUSTAVY V BUDOVÁCH – NAVRHOVÁNÍ TEPELOVODNÍCH OTOPNÝCH SOUSTAV. PRAHA: ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ, 2014.
- [7] ČSN EN ISO 7726: 2002 Tepelné prostředí – Přístroje a metody měření fyzikálních veličin, ČSN 2002
- [8] ČSN EN ISO 12 831:2005 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu, ČSN 2005
- [9] POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY. TZB INFO. [online]. [cit. 2015-01-02]. Dostupné z: <http://vytapieni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapieni-a-ohrev-teple-vody>
- [10] OHŘEV VODY. TZB INFO. [online]. [cit. 2015-01-02]. Dostupné z: <http://vytapieni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/97-ohrev-vody>
- [11] TLAKOVÁ EXPANZNÍ NÁDOBA. TZB INFO. [online]. [cit. 2015-01-02]. Dostupné z: <http://vytapieni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>
- [12] POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ TZB-INFO. TZB INFO. [online]. [cit. 2015-01-02]. Dostupné z: <http://vytapieni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapieni-tzb-info>

SEZNAM PŘÍLOH

Výkres č. 1 - PŮDORYS 1.NP - VARIANTA 1.

Výkres č. 2 - PŮDORYS 2.NP - VARIANTA 1.

Výkres č. 3 - ZJEDNODUŠENÉ SCHÉMA - VARIANTA 1.

Výkres č. 4 - SCHÉMA TERMOCENTRÁLY - VARIANTA 1.

Výkres č. 5 - PŮDORYS 1.NP - VARIANTA 2.

Výkres č. 6 - ZJEDNODUŠENÉ SCHÉMA - VARIANTA 2.

Výkres č. 7 - PŮDORYS 1.NP - PRIMÁRNÍ ROZVODY

Výkres č. 8 - PŮDORYS 1.NP - PODLAHOVÉ TOPENÍ

Výkres č. 9 - PŮDORYS 2.NP - PRIMÁRNÍ ROZVODY

Výkres č. 10 - SCHÉMA ZAPOJENÍ SOUSTAVY

Výkres č. 11 - SCHÉMA ZAPOJENÍ TERMOCENTRÁLY